

29. JUPITER KONFERENCIJA

29th JUPITER CONFERENCE

**ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS**



MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

**FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
UNIVERSITY OF BELGRADE**

Beograd, Februar 2003.

29. JUPITER KONFERENCIJA

ZBORNİK RADOVA

PROCEEDINGS



22. simpozijum
**CIM U STRATEGIJI TEHNOLOŠKOG
RAZVOJA INDUSTRIJE PRERADE METALA**

16. simpozijum
CAD/CAM

25. simpozijum
NU – ROBOTI –FTS

31. simpozijum
**UPRAVLJANJE PROIZVODNOM U
INDUSTRIJI PRERADE METALA**

9. simpozijum
KVALITET

Organizator:

MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

Beograd, Februar 2003.

29. JUPITER KONFERENCIJA

ZBORNİK RADOVA

Organizator:

MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

Adresa:

27. marta 80, 11000 Beograd, JUGOSLAVIJA

Tel: 011-3370341, Fax: 011-3370364,

E-mail: jupiter@alfa.mas.bg.ac.yu

Tehnički urednici:

Prof. dr Ljubodrag Tanović

Doc. dr Radovan Puzović

Mr Mihajlo Popović

Radomir Ivanović

Kosta Herman

Borislav Kovljenić

Beograd, Februar 2003.

Tiraž: 250 primeraka

Štampa: TehnicomNET, 11000 Beograd, Bulevar vojvode Mišića 37b

ISBN 86-7083-459-6

29. JUPITER KONFERENCIJA

Programski odbor:

Prof. dr Pavao Bojanić, Mašinski fakultet Beograd • Dr Mirko Bućan, LOLA Korporacija Beograd • Dr Nebojša Čović, AD FMP Beograd • Prof. dr Miloš Glavonjić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Milisav Kalajdžić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Vidosav Majstorović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Vladimir Milačić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Dragan Milutinović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Miroslav Pilipović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Žarko Spasić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Ljubodrag Tanović, Mašinski fakultet Beograd • Mr Goran Vujačić, Beogradelektro Beograd

Naučni odbor:

Prof. dr Slavko Arsovski, Mašinski fakultet Kragujevac • Prof. dr Bojan Babić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Pavao Bojanić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Ilija Ćosić, FTN Novi Sad • Dr Mirko Đapić, LOLA Institut Beograd • Prof. dr Ratko Gatalo, FTN Novi Sad • Prof. dr Miloš Glavonjić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Ratomir Ječmenica, Tehnički fakultet Čačak • Prof. dr Milisav Kalajdžić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Vidosav Majstorović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Vladimir Milačić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Dragan Milutinović, Mašinski fakultet Beograd • Doc. dr Zoran Miljković, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Milan Perović, Mašinski fakultet Podgorica • Doc dr Petar Petrović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Miroslav Pilipović, Mašinski fakultet Beograd • Doc. dr Radovan Puzović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Zoran Radojević, FON Beograd • Prof. dr Ranko Rakanović, Mašinski fakultet Kraljevo • Prof. dr Žarko Spasić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Ljubodrag Tanović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Miroslav Trajanović, Mašinski fakultet Niš • Prof. dr Radomir Vukasojević, Mašinski fakultet Podgorica • Akademik Miomir Vukobratović, Institut "Mihajlo Pupin" Beograd

Organizacioni odbor:

Prof. dr Ljubodrag Tanović, Mašinski fakultet Beograd, • Doc. dr Radovan Puzović, Mašinski fakultet Beograd • Mr Mihajlo Popović, Mašinski fakultet Beograd • Radomir Ivanović, Mašinski fakultet Beograd • Kosta Herman, Mašinski fakultet Beograd • Borislav Kovljenić, Mašinski fakultet Beograd

ZAHVALNICA

Organizacioni odbor **29. JUPITER KONFERENCIJE** se najsrdačnije zahvaljuje svim institucijama i pojedincima koji su pomogli u organizovanju ove konferencije.

Posebno se zahvaljujemo pokroviteljima:

Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije
Savezno Ministarstvo za razvoj, nauku i životnu sredinu SRJ



Delta Banka, Beograd



Digit, Beograd



Informatika A.D., Beograd



Metalac A.D., Gornji Milanovac



MIKRO KONTROL, Beograd



Partner Inženjering, Beograd



TEHNICOMNET, Beograd

Pokrovitelji su navedeni po abecednom redu.

PREDGOVOR

JUPITER Konferencija, kao najznačajnija stalna aktivnost JUPITER asocijacije (asocijacije industrije, fakulteta, instituta, viših škola i komora), prikazuje najvrednije rezultate postignute prethodne godine. Ovogodišnja, po redu 29. JUPITER Konferencija je prilika da se sagledaju trendovi u domenu nauke, obrazovanja i industrije kroz platformu tranzicionih procesa u Republici Srbiji.

Rad konferencije će se odvijati kroz tradicionalne simpozijume i plenarne sednice. Pet simpozijuma: 22. simpozijum “CIM u strategiji tehnološkog razvoja”, 16. simpozijum “CAD/CAM”, 25. simpozijum “NU – Roboti – FTS”, 31. simpozijum “Upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala” i 9. simpozijum “Kvalitet”, svojim temama uključuju najznačajnije pravce razvoja savremenih i novih proizvodnih tehnologija, čiji su razvoj i uvođenje imperativ za održavanje konkurentne sposobnosti domaće industrije prerade metala. Navedene tehnologije baziraju na informacionim i komunikacionim tehnologijama, primeni kompjutera u projektovanju proizvoda, tehnologija i samoj proizvodnji i izložene su intezivnim i brzim promenama na globalnom – svetskom nivou. Njihov razvoj i pravovremeno uvođenje, kako u velikim tako i u srednjim i malim preduzećima, su ključ za integraciju informacija, znanja, ljudskih i drugih resursa kompanija, razumevanje tržišta i zahteva kupca, uključivanje u svetsku podelu rada i održavanje konkurentnog položaja u svetskim razmerama. JUPITER konferencija je mesto za razmenu iskustva i rezultata domaće nauke i industrije i definisanje strategije daljeg razvoja.

Na plenarnoj sednici razmotriće se pitanja vezana za strategiju privrednog razvoja i obuhvatiće naučno-istraživački rad, Univerzitet kroz reformu u obrazovno-istraživački prostor Evrope i strategije i modele privatizacije.

Na Konferenciji će biti izloženo 97, prispelih, recenziranih i prihvaćenih radova, što je prilika za široku razmenu ideja, znanja i iskustva domaćih stručnjaka, istraživača i naučnika.

Praktični primeri primene savremenih i novih tehnologije biće demonstrirani učesnicima Konferencije od strane više domaćih kompanija na tehničkim prezentacijama.

Organizator Konferencije, Mašinski fakultet u Beogradu – Centar za nove tehnologije, poziva učesnike da kroz druženje, razmenu iskustva i znanja, daju svoj doprinos bržem transferu i razvoju novih i savremenih tehnologija za potrebe domaće industrije prerade metala.

Dobro došli na 29. JUPITER Konferenciju.

Predsednik
Organizacionog odbora 29. JUPITER Konferencije
Prof. dr Ljubodrag Tanović

U Beogradu, 11.02.2003. godine.

PREFACE

At the JUPITER Conference, one of the most significant permanent activities of the JUPITER Association (association of industry, faculties, institutes, high schools and chambers) the best results achieved during the previous year are presented. 29th JUPITER Conference will offer this year an occasion to review the trends in the field of science, education and industry in the framework of transition processes taking place in the Republic of Serbia.

The Conference will work within traditional symposia and plenary sessions. Five symposia including 22nd Symposium "CIM in Manufacturing Development Strategy", 16th Symposium "CAD/CAM", 25th Symposium "NU-Robots-FMS", 31st Symposium "Production Control in Metal Processing Industry" and 9th Symposium "Quality" by their topics point out to the most significant development directions of new manufacturing technologies whose development and application are essential for sustenance of competitive capacities of the national metal processing industry. These technologies are based on information and communication technologies, computer aided product and technology design, and computer use in the production itself. As such they are exposed to intensive and rapid changes at the global-worldwide level. Their development and timely introduction both in big, medium and small-size enterprises will have a key role in the integration of information, knowledge, human and other corporal resources, understanding of market and buyer demands, inclusion into the world division of labour and maintenance of a competitive position within such a framework. JUPITER Conference is a place for the exchange of experiences and results achieved by domestic science and industry, and the determination of future development strategy.

At the plenary session the issues related to the economic development strategy will be considered, including scientific-research work, University reform and inclusion into educational-research space of Europe and privatization strategies and models.

At the Conference will be presented 97 submitted, reviewed and accepted papers. This will offer an occasion for a wide exchange of ideas, knowledge and experiences of our professionals, researchers and scientists.

Practical examples of the application of advanced and new technologies will be demonstrated to the Conference participants by several domestic companies.

Mechanical Engineering Faculty in Belgrade - Center for Advanced Technologies, as the organizer of the Conference, is inviting all participants to contribute through association, exchange of experiences and knowledge, towards faster transfer and development of new and advanced technologies in national metal processing industry.

Welcome to the 29th JUPITER Conference.

Chairman
Organizing Committee 29th JUPITER Conference
Professor Dr. Ljubodrag Tanovic

Belgrade, 11 February, 2003.

Izaberite plenarnu sednicu ili simpozijum JUPITER Konferencije

PLENARNA SEDNICA
PLENARY SESSION

CIM U STRATEGIJI TEHNOLOŠKOG RAZVOJA
INDUSTRIJE PRERADE METALA
CIM IN THE STRATEGY OF TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENT OF METALWORKING INDUSTRY

CAD/CAM

NU – ROBOTI –FTS
NC - ROBOTS – FMS

UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM U INDUSTRIJI
PRERADE METALA
PRODUCTION CONTROL IN METALWORKING INDUSTRY

KVALITET
QUALITY

POKROVITELJI

Spisak svih radova na JUPITER Konferenciji

Alsowani, M., Fotev, V. EFFECT OF TURBINE BLADE TOLERANCES ON THE AXIAL FLOW TURBINE PERFORMANCE	3.1
Arandelović, I., Popović, Ž. PROJEKTANTSKA BAZA PODATAKA KAO PODRŠKA JEZIKU ZA MODELIRANJE PRESMOD	4.1
Arsovski, Z., Milanović, I. INTEGRACIJA PROCESA NABAVKE U INTERNET AMBIJENTU U SKLADU SA SAHTEVIMA QMS-A.....	5.7
Babić, A., Miodragović, G. ИНТЕГРИСАНО ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРОИЗВОДА/ПРОЦЕСА И МОНТАЖЕ НА ПРИМЕРУ ГЛОДАЧКИХ ДОБОША ПУТНИХ ГЛОДАЈИЦА.....	2.1
Babić, B., Kalajdžić, M. MREŽNA PROIZVODNJA.....	4.5
Banković, M., Gajić, V. INFORMACIONI SISTEM LOGIČSTIČKE KONTROLE	1.1
Blagojević, V., Janošević, D., Dašić, B., Rakovac, S. UPOREDNA ANALIZA TEHNIČKIH KARAKTERISTIKA HIDRAULIČKIH BAGERA GUSENIČARA BGH 1000 F I BGH 250 NLC	2.5
Bojanić, P., Ivanović, R., Slavković, G. GEOMETRIJSKO MODELIRANJE I IZRADA MODELA LJUDSKE GLAVE	2.9
Bojović, B. ADEKVATNOST VAJERŠTRASOVE FUNKCIJE KAO MODELA OBRAĐENE POVRŠINE	3.5
Budak, I., Matin, I., Vukelić, Đ., Hodolič, J. JEDAN PRILAZ AUTOMATIZACIJI POSTUPAKA MODELIRANJA GRUPE PROIZVODA PRIMENOM PROGRAMSKOG SISTEMA PRO/ENGINEER	2.13
Čaloska, J., Lazarev, J., Dudeski, L. UTICAJ RADNE DUŽINE MATRICE, POVRŠINE I POZICIJE PRAVOUGAONOG ALUMINIJUMSKOG PROFILA NA PROFIL IZLAZNIH BRZINA.....	3.9
Čonkić, P. NORMATIVNO REGULISANJE INTELEKTUALNE SVOJINE U PREDUZEĆIMA INDUSTRIJE PRERADE METALA.....	4.9
Ćurčić, S., Slavković, R. INTEGRISANI MODEL LOGISTIČKOG POGONSKOG MATERIJALA	4.12
Ćurčić, S., Ječmenica, R. POBOLJŠANJE PERFORMANSI PROIZVODA KORIŠĆENJEM INDUSTRIJSKOG DIZAJNA....	2.17
Damjanović, B., Tomić, Z., SPREGA KORISNIČKI DIZAJNIRANIH RELACIONIH BAZA PODATAKA SA PARAMETARSKIM CAD SISTEMIMA	1.25
Dašić, P., Petropoulos, G., Кузин, В. APROKSIMACIJA ZAVISNOSTI PROMENE PREČNIKA OBRADNE TOKOM VREMENA PRI STRUGANJU POMOĆU STEPENOG POLINOMA	3.14
Dimitrijević, P., Vučićević, M., Radojević, M. PRIMERI VREDNOVANJA ULAZNIH PARAMETARA U PROCESU PROJEKTOVANJA.....	5.11
Dimitrov, B., Dimitrov, I. IZBOR OBLIKA GNEZDA ZA OSTVARIVANJE VEZE EKSPLOZIJOM CEVI SA CEVNOM RESETKOM KOD IZMENJIVACA TOPLOTE	3.18

Домазет, Д., КОНЦЕПТ НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКОГ И РАЗВОЈНОГ РАДА НА ТЕХНИЧКИМ ФАКУЛТЕТИМА	S.1
Dragulescu, D., Toth-Tascau, M., Iosif, D. IMPROVING THE PATH PLANNING PROCESS OF POTENTIAL FIELD USING THE POTENTIAL FIELD INFLUENCE PARAMETERS.....	3.22
Dreucean, M., Dragulescu, D., Toth-Tascau, M. USING PETRI NETS IN THE ANALYSIS OF DISCRETE EVENTS MANUFACTURING SYSTEMS.....	4.24
Dorđević, L., Đurić, S., Simonović, S., Veselinović, S. PRILOG POVEĆANJU ENERGETSKE EFIKASNOSTI U OKVIRU POSLOVNOG SISTEMA IMK "14.ОКТОБАР" AD KRUŠEVAC.....	4.20
Filatov, J., Sidorko, V., Skrjabin, V., Sidorko, V., Jaščuk, V. ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЕЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИ	3.26
Gatalo, R., Tabaković, S., Zeljković, M., Šaletić, S. PRILOG PRIMENI SAVREMENIH INŽENJERSKIH SREDSTAVA I METODA U PROCESU UNAPREĐENJA TEHNOLOŠKOG PROCESA IZRADE KLJUČNIH KOMPONENTI AUTOMATA ZA ISTAKANJE GORIVA.....	3.29
Gečevska, V., Pavlovski, V., Kuzinovski, M. OPTIMAD - MODELING METHODOLOGY FOR OPTIMIZATION OF MILLING AND DRILLING PROCESSES.....	3.33
Ghita, E., Gilbert Rainer, G. A CAD ANALYSIS OF FAULTS IN RAILWAY WHEELS.....	2.21
Gilbert Rainer, G., Ghita, E. A FOURIER ANALYSIS OF VIBRATIONS OF AUTOMOTIVE ENGINES.....	2.25
Gostimirović, M., Milikić, D., Sekulić, M., Uzelac S. KONCEPT BAZE PODATAKA ZA IZBOR OPTIMALNIH PARAMETARA REŽIMA OBRADE.....	4.28
Grbović, A., Škatarić, D., Petrašinović, D. NAPREDNE TEHNIKE MODELOVANJA U PROGRAMSKOM PAKETU CATIA V5.8.....	2.29
Herman, K., Spasić, Ž. INTEGRISANO PRAĆENJE PROIZVODA U EKSPLOATACIJI-INFORMACIONA INTEGRACIJA SA PARTNERIMA I KUPCIMA	1.5
Ilić, Z. PROCEDURA ZA OCENJIVANJE USAGLAŠENOSTI DIREKTIVA EVROPSKE UNIJE.....	5.14
Ivanović, R., Slavković, G., Kovljenić, B. SAVREMENI INFORMACIONI SISTEMI I ARHITEKTURA MREŽNOG RAČUNARSTVA.....	4.32
Jakovljević, Ž., Petrović, P. REKONSTRUKCIJA ROTACIONE PRESE ZA VULKANIZACIJU	3.37
Janjić, M., Domazetović, V., Vukčević, M. ODREĐIVANJE SPECIFIČNOG DEFORMACIONOG OTPORA METODOM KONAČNIH ELEMENATA	3.41
Jaramaz, D., Sedmak, A. PROJEKTOVANJE I PRIMENLJIVOST NUMERIČKIH MODELA U ELASTO-PLASTIČNOJ ANALIZI.....	2.33
Jokanović, S., Milašinović, A., Jovković, B. KONKURENTNO INŽINJERSTVO SA SAVREMENIM CAD/CAM SISTEMIMA	2.37
Jovanović, V., Simić, M., Lazarević, M. PRILOG PROJEKTOVANJU TEHNOLOŠKIH MONTAŽNIH SISTEMA PRIMENOM SOFTVERA PRO/ENGINEER.....	2.91

Kalajdžić, M. DINAMIČKA STABILNOST OBRADNIH SISTEMA	3.47
Kokotović, B. UNAPREĐENJE TESTOVA KRUŽNE INTERPOLACIJE NA NUMA POMOĆU TDBB - UREĐAJA	3.60
Koutin, A. PRODUCT DEVELOPMENT AND CAD/CAM	2.43
Kovljenić, B., Ivanović, R., Puzović, R., Popović, M. STANJE I PERSPEKTIVE PRIMENE CAD/CAM/CAE PAKETA U PROJEKTOVANJU PROIZVODA OD PLASTIKE I ODGOVARAJUĆIH ALATA	2.47
Krivošić, I., Zeljković, V., Mesbahi, M. IZBOR OPTIMALNOG KONCEPTA U IZRADI INTEGRALNIH STRUKTURA LETELICA.....	2.51
Кузин, В., Ječmenica, R., Dašić, B. СТАБИЛИЗАЦИЈА ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЕРАМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	3.65
Latinović, I., Murar, Ž., Krošnjar, A. SISTEM ZA TESTIRANJE UNIVERZALNOG DIGITALNOG PROCESNOG REGULATORA APR97.....	4.36
Lovre, M. UTICAJ ZAGREVANJA IGALA BRZOŠIVAĆIH KONFEKCIJSKIH MAŠINA NA KVALITET ŠIVENJA I MOGUĆNOSTI HLAĐENJA IGALA	3.69
Lukić, D., Todić, V., Milošević, M. SISTEM GEOMETRIJSKOG I TEHNOLOŠKOG PREPOZNAVANJA PROIZVODA U CAD/CAPP/CAM PROGRAMSKOM SISTEMU ZA POJEDINE DELOVE MOTORA SUS	2.55
Majstorović, V. OSNOVE PROJEKTOVANJA I RAZVOJA TOTALNIH MENadžMENT SISTEMA	5.1
Mandić, V., Stefanović, M. PREVENCIJA DEFEKATA TEČENJA MATERIJALA U PROCESIMA OBRADNE DEFORMISANJEM - FIZIČKO MODELIRANJE I FEM SIMULACIJA.....	3.73
Мановицкий, А., Tanović, L., Puzović, R. ОБРАБОТКА ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ И ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ РЕЗЦАМИ, ОСНАЩЕННЫМИ КНБ.....	3.77
Maračić, B., Arsovski, S. RAZVOJ DSS ZA MENadžMENT TROŠKOVIMA KVALITETA.....	5.19
Milačić, V. MENadžMENT @ TEHNOLOGIJA @ MARKETING-DOKTRINE @ LJUDI ILI ZAHTJEVI ZA NOVU GENERACIJU FABRIKA	5.20
Milanović, D. PROBLEMI I MOGUĆA REŠENJA PRIMENE RAČUNARA U PREDUZEĆIMA	1.9
Mitrić, M. TWIST - OFF KRUNSKI ZATVARAČI.....	3.82
Momirović, V., Radić, V. SVOJSTVA, STRUKTURE I USLOVI UPOTREBE MATERIJALA DOBIJENIH ZAVARIVANJEM EKSPLOZIJOM	3.86
Obradović, I., Radiša, R., Đapić, M. KONCEPT CIM SISTEMA ZA OBRAZOVANJE	1.13
Petropoulos, G., Dašić, P., Pandazaras, C. THE SIGNIFICANCE OF EVALUATING SURFACE TEXTURE ANISOTROPY	3.90
Petrović, Z., Stupar, M., Simonović, A., Todorović, P. VENTILATORSKO KOLO RASHLADNE KULE	2.59

Petrović, R., Simić, A., Milutinović, P. PROIZVODNJA CREPA PODRŽANA OPISYS INFORMACIONIM SISTEMOM	4.40
Pilipović, M., Drobnjak, P. CNC OTVORENE ARHITEKTURE I MODERNIZACIJA NC MAŠINA	3.150
Radić, V. FORMIRANJE GRANICE PREKIDA PRI ZAVARIVANJU EKSPLOZIJOM VIŠE PLOČA	3.94
Radičević, B., Petrović, Z. POVIŠENJE POUZDANOSTI HIDRAULIČKIH SISTEMA PRIMENOM POSTUPKA REGENERACIJE ULJA	3.98
Radinović, N. PRILOG PRORAČUNU STRUKTURE KABINSKOG DELA TRUPA AVIONA UTVA-96.....	2.63
Radojević, Z. ZNAČAJ CIM SISTEMA U U USLUGAMA PROIZVODNIH SISTEMA.....	1.17
Radovanović, Milovan., Đurić, S., Veselinović, S., Veljković, M. NEKE OD MOGUĆNOSTI REVITALIZACIJE OBRADNIH SISTEMA.....	3.102
Radovanović, Miroslav., Đorđević, L., Marić, B., Đurić, S. EFEKTI UVOĐENJA KONTROLE VRŠNE STRUJE U OKVIRU IMK "14.OKTOBAR" AD KRUŠEVAC	4.16
Rančić, M. POSTUPAK DEKOMPOZICIJE KONAČNIH AUTOMATA PRIMENOM OPŠTE METODE	4.44
Romić, L. UPOTREBA RAČUNARA U KREIRANJU FINANSIJSKIH IZVEŠTAJA U FUNKCIJI POSLOVNE IZVRSNOSTI	5.23
Slavković, G., Ivanović, R., Kovljenić, B., Popović, M. PROJEKTOVANJE PRIMENOM CASE ALATA	4.48
Slavković, R., Rnjaković, M. NEKE KARAKTERISTIKE TEHNOLOGIJE IZRADE PLOČASTIH NOŽEVA ZA MLEVENJE PAPIRNE MASE	3.106
Spasić, Ž. UNIVERZITET KROZ REFORMU U EVROPSKI OBRAZOVNI I ISTRAŽIVAČKI PROSTOR	S.19
Stefanović, N., Arsovski, S., Stefanović, D. INFORMACIONA PODRŠKA UPRAVLJANJU LANCIMA SNABDEVANJA	1.21
Stevanović, Z. INFORMACIONI PODSISTEM ZA UPRAVLJANJE TEHNIČKOM INFORMACIJOM U SISTEMU ODRŽAVANJA	4.52
Sticlaru, C., Davidescu, A. STUDIES ON DYNAMIC BEHAVIOR OF A SLIDING BEARING RUNNING AT LOW SPEED	3.114
Stoiljković, V., Stoiljković, P. IMPLEMENTACIJA SIX SIGMA U PROIZVODNE ORGANIZACIJE	5.27
Stoilov, H., Angelov, N. CHOOSING A DESIGN OF CURVED GROOVES IN CIRCULAR SAW BLADES' BODY	3.118
Stupar, S., Petrović, Z., Simonović, A. VETROGENERATOR.....	2.75
Šaletić, S., Gatalo, R., Zeljković, M., Vukasojević, R. KONCEPCIJA INTEGRALNOG SISTEMA ZA REINŽINJERING SLOŽENIH GEOMETRIJSKIH OBLIKA	2.67
Škatarić, D., Krivošić, I., Grbović, A. TOLERANCIJA OŠTEĆENJA I ŠIRENJE NAPRSLINE NA PRIMARNOJ STRUKTURI LETELICA	2.71
Šljivančanin, M. PRIMENA LASERA U INDUSTRIJI OBRADJE KAMENA.....	3.110

Швец, С., Клименко, С. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ	3.122
Tanović, LJ., Klimenko, S., Kopeikina, M. HABANJE REZNIH ALATA OD SUPERTVRDIH MATERIJALA.....	3.125
Teslić Aleksić, M. METROLOŠKA SLEDIVOST - USLOV ZA KVALITET KRAJNJEG PROIZVODA	5.31
Vasiljević, D. INFORMACIONA INTEGRACIJA LANCA SNABDEVANJA.....	1.29
Veljić, M., Živković, D. SISTEM KVALITETA PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA PNEUMATSKIH SEJALICA	5.35
Veljković, B., Mijovic, V. OPISYS - PLATFORMA ZA IZGRADNJU INFORMACIONIH SISTEMA	1.33
Veselinović, S., Đurić, S., Đorđević, L., Erčević, D. PRIMENA NOVIH TEHNOLOŠKIH REŠENJA U PROJEKTOVANJU I IZRADI KABINE GRAĐEVINSKIH MAŠINA	3.129
Vesić, N., Nedić, B. PROJEKTOVANJE I OPTIMIZACIJA OPTIČKIH SISTEMA	4.60
Водолазская, Н. ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА МНОГОЯРУСНОЙ РОТОРНОЙ СБОРКИ.....	3.134
Vučković, D., Pilipović, M. VIRTUALNA PROIZVODNJA U PROIZVODNJI CILINDARSKIH SKLOPOVA	1.37
Zeković, S. PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE I KONCEPT FLEKSIBILNE TEHNOLOŠKE ĆELIJE ZA BRZU IZRADU PROTOTIPOVA METALNIH DJELOVA.....	3.138
Zeljковић, V., Uzunović, S., Krivošić, I. NAČINI USAGLAŠAVANJE RIZIKA I BEZBEDNOSTI MAŠINA PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA	4.56
Zeljковић, M., Andrić, J., Milojević, Z., Navalušić, S., Mihić, N. RETROFITING BRUSILICA NA PRIMERU CNC BRUSILICE ZA SPECIJALNE NAMENE.....	3.142
Živanović, S. CAD/CAM PROGRAMIRANJE P3-PARALELNE MAŠINE ALATKE	2.83
Živanović, M., Jaramaz, D., Vračarić, B. FEM STRUKTURA 3D MODELA SLOBODNE FORME	2.79
Живковић, С. ПРОЕКТОВАЊЕ И ИЗРАДА РОТАЦИОНИХ РЕЗНИХ НОЖЕВА ЗА СЛОЖЕНЕ ГЕОМЕТРИЈСКЕ КОНТУРЕ	2.87
Živković, D., Bukumirović, M. PODMAZIVANJE LEŽAJEVA KOD VISEĆIH KONVEJERA KAO DEO NJIHOVOG PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA.....	3.146
Žižović, M., Petrović, R., Nikolić, O. TRANSFORMACIJA INFORMACIJA KAO KRITERIJUM ZA VIŠEKRITERIJUMSKU OCENU SISTEMA KVALITETA	5.39

SPISAK AUTORA
LIST OF AUTHORS

ALSOWANI, M.
ANDRIĆ, J.
ANGELOV, N.
ARANĐELOVIĆ, I.
ARSOVSKI, Z.
ARSOVSKI, S.

BABIĆ, A.
BABIĆ, B.
BANKOVIĆ, M.
BLAGOJEVIĆ, V.
BOJANIĆ, P.
BOJOVIĆ, B.
BUDAK, I.
BUKUMIROVIĆ, M.

ČALOSKA, J.
ČONKIĆ, P.

ĆURČIĆ, S.
ĆURČIN, D.

DAMJANOVIĆ, B.
DAŠIĆ, B.
DAŠIĆ, P.
DAVIDESCU, A.
DIMITRIJEVIĆ, P.
DIMITROV, I.
DIMITROV, B.
DOMAZETOVIĆ, V.
DRAGULESCU, D.
DREUCEAN, M.
DROBNJAK, P.
DUDESKI, L.

ĐAPIĆ, M.
ĐORĐEVIĆ, L.
ĐURIĆ, S.

ERČEVIĆ, D.

FILATOV, J.
FOTEV, V.

GAJIĆ, V.
GATALO, R.
GEČEVSKA, V.
GHITA, E.
GILBERT RAINER, G.
GOSTIMIROVIĆ, M.
GRBOVIĆ, A.

HERMAN, K.
HODOLIČ, J.

ILIĆ, Z.
IOSIF, D.
IVANOVIĆ, R.
JAKOVLJEVIĆ, Ž.
JANJIĆ, M.
JANOŠEVIĆ, D.
JARAMAZ, D.
JEČMENICA, R.
JOKANOVIĆ, S.
JOVKOVIĆ, B.

KALAJDŽIĆ, M.
KLIMENKO, S.
KOPEIKINA, M.
KOUTIN, A.
KOVLENIĆ, B.
KRIVOŠIĆ, I.
KROŠNJAR, A.
КУЗИН, В.
KUZINOVSKI, M.

LATINOVIĆ, I.
LAZAREV, J.
LOVRE, M.
LUKIĆ, D.

MAJSTOROVIĆ, V.
MANDIĆ, V.
Мановицкий, А.
MARAČIĆ, B.
MARIĆ, B.
MATIN, I.
MESBAHI, M.
MIJOVIĆ, V.
MILANOVIĆ, I.
MILANOVIĆ, D.
MILAŠINOVIĆ, A.
MILIKIĆ, D.
MILOJEVIĆ, Z.
MILOŠEVIĆ, M.
MILUTINOVIĆ, P.
MIOBRAGKOVIĆ, G.
MITRIĆ, M.
MOMIROVIĆ, V.
MURAR, Ž.

NAVALUŠIĆ, S.
NEDIĆ, B.
NIKOLIĆ, O.

OBRADOVIĆ, I.

PANDAZARAS, C.
PAVLOVSKI, V.

PETRAŠINOVIĆ, D.
PETROPOULOS, G.
PETROVIĆ, Radojica
PETROVIĆ, Zlatko
PETROVIĆ, Petar
PETROVIĆ, Zoran
PETROVIĆ, Ružica.
PILIPOVIĆ, M.
POPOVIĆ, M.
POPOVIĆ, Ž.
PUZOVIĆ, R.

RADIĆ, V.
RADIČEVIĆ, B.
RADINOVIĆ, N.
RADIŠA, R.
RADOJEVIĆ, Z.
RADOJEVIĆ, M.
RADOVANOVIĆ, Milovan
RADOVANOVIĆ, Miroslav
RAKOVAC, S.
RANČIĆ, M.
RNJAKOVIĆ, M.
ROMIĆ, L.

SEDMAK, A.
SEKULIĆ, M.
SIDORKO, V.
SIMIĆ, A.
SIMONOVIĆ, S.
SIMONOVIĆ, A.
SKRJABIN, V.
SLAVKOVIĆ, G.
SLAVKOVIĆ, R.
SPASIĆ, Ž.
STEFANOVIĆ, M.
STEFANOVIĆ, N.
STEFANOVIĆ, D.
STEVANOVIĆ, Z.
STICLARU, C.
STOILJKOVIĆ, P.

STOILJKOVIĆ, V.
STOILOV, H.
STUPAR, M.
STUPAR, S.

ŠALETIĆ, S.
ŠKATARIĆ, D.
ŠLJIVANČANIN, M.
ШИБЕЦ, С.

TABAKOVIĆ, S.
TANOVIĆ, LJ.
TESLIĆ ALEKSIĆ, M.
TODIĆ, V.
TODOROVIĆ, P.
TOMIĆ, Z.
TOTH-TASCAU, M.

UZUNOVIĆ, S.

VASILJEVIĆ, D.
VELJIĆ, M.
VELJKOVIĆ, B.
VELJKOVIĆ, M.
VESELINOVIĆ, S.
VESIĆ, N.
Водолазская, Н.
VRAČARIĆ, B.
VUČIĆEVIĆ, M.
VUKASOJEVIĆ, R.
VUKČEVIĆ, M.
VUKELIĆ, Đ.

ZEKOVIĆ, S.
ZELJKOVIĆ, M.
ZELJKOVIĆ, V.

ŽIVANOVIĆ, M.
ŽIVANOVIĆ, S.
ŽIVKOVIĆ, D.
ŽIVKOVIĆ, S.
ŽIŽOVIĆ, M.

29. JUPITER KONFERENCIJA
29th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



PLENARNA SEDNICA

Beograd, februar 2003.

**PLENARNA SEDNICA
PLENARY SESSION**

Домазет, Д.,
КОНЦЕПТ НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКОГ И РАЗВОЈНОГ РАДА
НА ТЕХНИЧКИМ ФАКУЛТЕТИМАS.1

Milačić, V.
MENADŽMENT @ TEHNOLOGIJA @ MARKETING-DOKTRINE @ LJUDI
ILI ZAHTEVI ZA NOVU GENERACIJU FABRIKAS.20

Spasić, Ž.
UNIVERZITET KROZ REFORMU U EVROPSKI OBRAZOVNI I ISTRAŽIVAČKI PROSTORS.19

[← NAZAD](#)



КОНЦЕПТ НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКОГ И РАЗВОЈНОГ РАДА НА ТЕХНИЧКИМ ФАКУЛТЕТИМА

Проф. др Драган Домазет

Министар за науку, технологију и развој
Владе Србије

У овом тексту се излаже концепт научних и развојних истраживања којим се жели да битније унапреди не само сарадња СА привредом, већ и дефинише ангажовање факултета и његових наставника и студената У привреди. Концепт предвиђа одговарајуће организационе јединице факултета које треба да омогући реализацију свих активности дефинисаног иновационог ланца који се одвија на факултету. У том смислу се предложи формирање иновационих центара, центара за трансфер технологија и пословно-технолошких инкубатора. Такође, дат је програм мера којим Министарство за науку, технологију и развој планира да подржи реализацију овог концепта.

1 Увод

Научна истраживања на нашим техничким факултетима нису на високом светском нивоу, не само због њиховог недовољног финансирања, већ и због следећих слабости:

- Не постоји довољан број студената који раде свакодневно на факултету на својим докторским и магистарским тезама.
- Научни пројекти се раде коришћењем средстава Министарства за науку, технологију и развој (МНТР у даљем тексту) које није спроводило ригорозну селекцију пројеката, а још мање добро и детаљно праћење реализације пројеката, као и њихових резултата.
- На многим факултетима није се строго инсистирало да наставници и сарадници мора да имају објављене радове у реномираним међународним часописима.

С друге стране, на развојни пројекти који су рађени за потребе индустријских предузећа (најчешће са претежним финансирањем од стране Министарства), нису довели до значајних резултата у привреди. Наша индустрија ни данас, као ни јуче, нема сопствене производе који могу бити конкурентни на светском тржишту. Сигурно да један од разлога је и недовољно финансирање ових пројеката од стране Министарства, а нарочито од стране предузећа за које су рађени ови пројекти. Остали разлози за овакво стање су:

- Предлагачи пројеката су најчешће факултети, одн. професори, који бирају теме пројеката према свом интересу и очекивању да ће оне довести до резултата који се могу применити. На жалост, то често није био случај. Мало је пројекта иницирано врло јасним захтевима предузећа, те су ретки пројекти који су рађени ради решавања реалних проблема за које су предузећа пословно врло заинтересована.

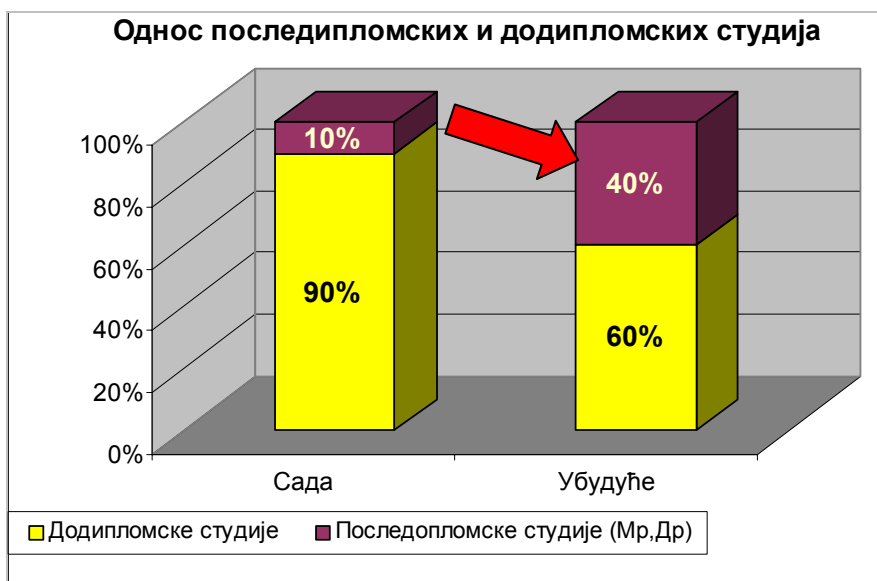
- Постоји често јаз између резултата научноистраживачких и развојних пројеката и пројектне документације која је неопходна за успешну производњу нових производа. Не постоји активности, нити организација за њихову реализацију, које би одрадила квалитетан трансфер научних резултата у индустријски прототип.
- Мало је предузећа за добро организованим развојем (најчешће су то велика предузећа), а факултети, по правилу, не баве се на професионални начин развојем производа. Данас, велика предузећа су у кризи и у очекивању приватизације (те и са недефинисаним дугорочним програмом развоја), а мала нису још ојачала за озбиљнији сопствени развој.

Имајући у виду ове констатације, у даљем тексту се даје концепт научног и развојног рада техничких факултета који може да буде успешнији него досадашњи.

2 Основне поставке предложеног концепта

Да би се повећао квалитет научног рада, предлажу се следећа опредељења:

1. **Знатно повећање броја студената последипломских студија:** До сада, број студената последипломских студија (који раде магистарске и докторске тезе) био је знатно мањи од броја студената, а и ти студенти врло често нису радили на факултету (сем асистената), већ код куће или у свом предузећу. Зато, на факултету се није осећао њихов рад. Неопходно је да се знатно поправи однос броја студената последипломских и додипломских студија, тј. да тај однос буде у интервалу 0,3-0,4 (слика 1). Ово захтева знатну ревизију досадашњих



Слика 1

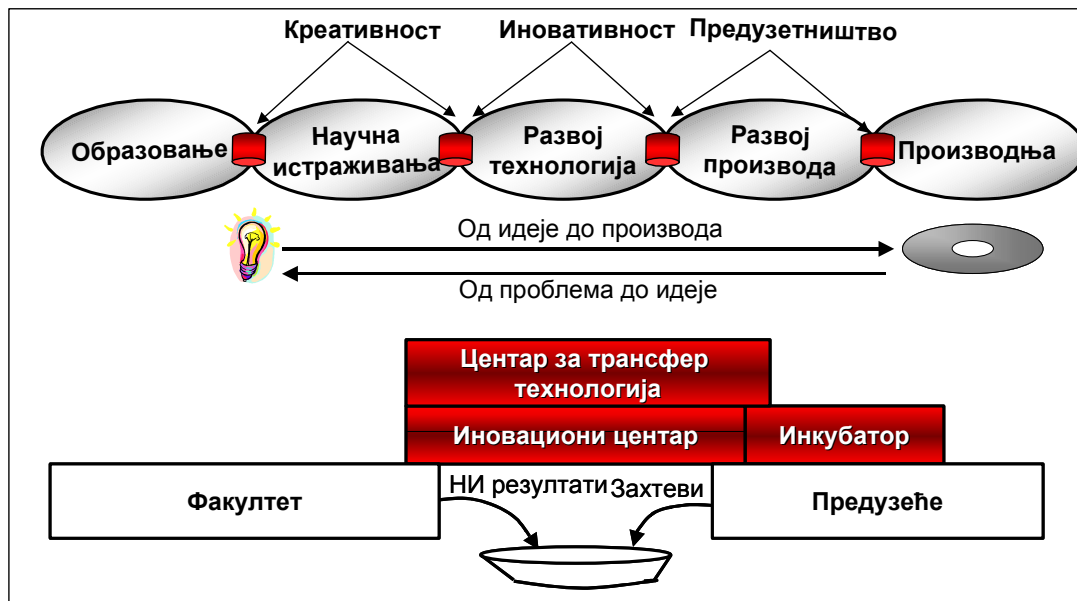
магистарских студија и увођење озбиљних докторских студија, са обавезним боравком студената на факултету.

2. **Запошљавање на одређено време доктораната и магистраната:** Да би се створила критична маса за озбиљан научни рад, неопходно је да докторанти и магистранти раде на факултету цело време израде њихових теза. То се може постићи ако се бар за најбоље обезбеди запошљавање на факултету за време рада на тезама.
3. **Строжи научни критеријуми за избор у звања:** Неопходно је да се дефинише број научних радова у међународним часописима објављених у одређеном периоду које кандидат за избор у наставничко звање мора да има.

4. **Одређивае приоритета научних истраживања на факултету:** Добро истраживање захтева и добре услове за научни рад. У ограниченим материјалним условима, то се може донекле остварити концентријом материјалних и научних ресурса факултета само у одређеним научним областима.

Боља примена резултата научноистраживачких пројеката и већи ефекти развојних истраживања факултета могу да се постигну ако се изврше следеће промене:

1. **Успоставити потпун иновациони ланац:** Активности које воде развој од идеје до њене тржишне реализације чине један непрекидни ланац (слика 2). Уколико нека од карика недостаје и долази до прекида ланца, знатно расту изгледи до губитака истраживачких резултата или захтева из индустрије. Он обухвата



Слика 2

последипломско образовање (магистарске и докторске студије), научна истраживања, развој технологије, развој производа и производњу. Све те активности треба да обезбеде факултет и индустрија. Нажалост, често нека од ових карика недостаје, те долази до проблема и лоших резултата. Зато, потребно је или на факултету, или у индустрији формирати организационе јединице које ће реализовати трансфер научних резултата и технологија у иновативне производе, као на пример, иновациони центар и центар за трансфер технологије.

2. **Подстицај предузетништва и отварање зависних предузећа:** Често се чују приговори са факултета да у Србији не постоје предузећа која могу да буду заинтересована за њихове резултате. Ако је то тачно, а истраживачи су сигурни да њихови резултати могу да имају успех на тржишту, онда они треба да буду подстицани да отворе нова предузећа која ће комерцијализовати њихове резултате. Факултет треба да подстиће такве предузетничке иницијативе тиме што ће отворити, ако може, пословно-технолошки инкубатор (ПТИ) у коме пословање новоформираних предузећа је јефтиније и мање ризично.
3. **Развој подстакнут захтевима предузећа:** До сада је најчешће развој производа ишао од идеје професора до развоја производа, често и за непознато предузеће. То је доводило до слабе примене таквих универзитетских прототипова, јер за њих није било интереса у индустрији. Не елиминишући и тај метод, овде се даје предност инверзном методу, тј. развоју који је подстакнут

проблемима и захтевима конкретних предузећа (слика 2). На тај начин се скоро сигурно обезбеђује производња и примена развијених производа.

3 Научна истраживања

3.1 Магистарске студије

Магистарске студије треба да омогуће развој истраживачких способности и научних знања студената (ако имају амбицију да постану истраживачи) или овладавањем научним и стручним знањем у одређеној области и њихову квалитетну примену, коју демонстрирају у свом магистарском раду.

Магистарске студије треба да омогуће максималну флексибилност студенту у обликовању свог профила знања. То се може постићи ако му се омогући богат избор предмета, и то не само са свог факултета., као што је то могуће применом тзв. кредит система.

Квалитет студија се може повећати ако се обезбеди:

- Да сваки предмет заједнички покривају неколико наставника (те свако покрива само део који најбоље познаје)
- Да се понуда предмета сваке године прилагођава интересовању студената, потребама тражишта и новим научним и технолошким достигнућима.
- Да се студенту нуди велики број изборних предмета, а да лични приходци наставника, али и радни статус, буду зависни од степена интересовања студената за њихове предмете.
- Да се средства за последипломске студије које обезбеђује буџет Републике дају студенту, односно да се усмеравају на факултете, студије и предмете које студент изабере, без обзира да ли се ради о државном или приватном универзитету¹
- Да студенти стално бораве и раде на својим тезама на факултету.

3.2 Докторске студије

Докторске студије у форми како се оне организују у иностранству, код нису постојале. Да би се постигао потребан квалитет ових студија, неопходно је:

- да оне нуде већи број изборних предмета, без обзира на ком се факултету предмет предаје,
- да се за те предмете ангажује неколико професора (да свако покрива делове за које има највећу научну репутацију)
- да се обезбеди учешће студената у научним пројектима МНТР који се реализују на универзитету или да им се омогуће докторски пројекти, чиме би се створили услови за њихов стални боравак и рад на факултету, за период до одбране докторске дисертације,
- да се ангажују и професори из иностранства у форми гостујућих професора², те би се режим и организација студија и наставе требало да прилагоди њиховим могућностима (студије у току лета),

¹ Наравно, подразумева се да су све студије предходно акредитоване и да задовољавају потребан ниво квалитета.

² У том погледу, велике могућности постоје у ангажовању професора са иностраних универзитета који су нашег порекла.

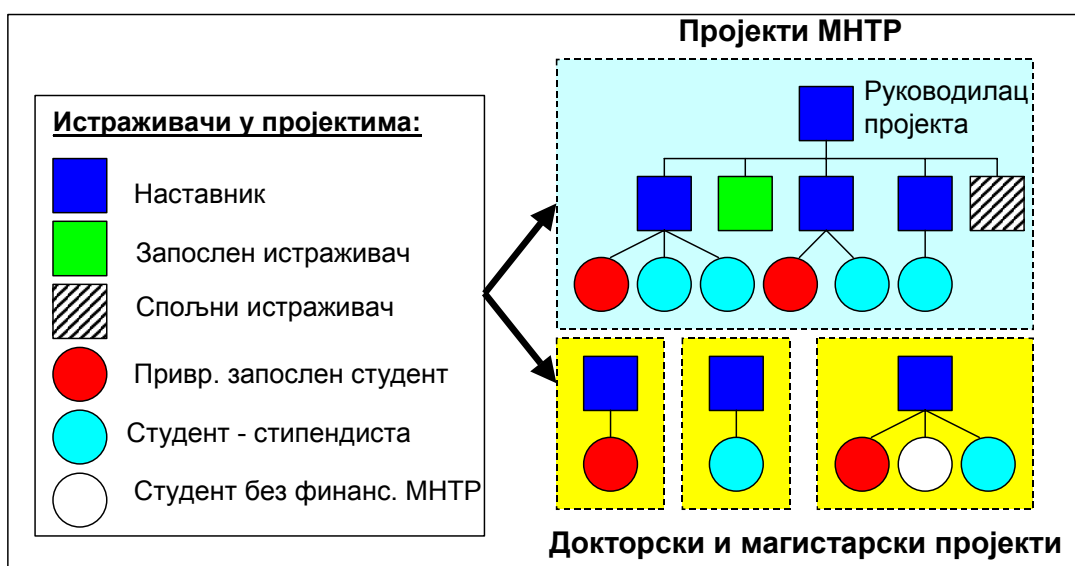
- да се подстићу заједничке студије са научним институтима, а посебно са иностраним универзитетима,
- да се не прихвати докторска дисертација ако студент нема објављена или прихваћена бар два рада проистекла из његове докторске дисертације у реномираним међународним часописима.

Докторске студије би требало да трају најмање 3 године, при чему бу настава трајала две године (мада то може бити различито, зависно од способности студента да обезбеди одређен број кредита).

3.3 Пројекти – основни оквир за реализацију истраживања

Научна истраживања се спроводе у оквиру пројеката, којих може да буде:

- **Пројекти МНТР или других финансијера (нпр. ЕУ):** У овим пројектима, поред наставника, треба да (обавезно) учествују докторанти и магистранти (привремено запослени у НИО, стипендисти МНТР и других организација, или самофинансирајући студенти), и евентуално истраживачи запослени на неодређено или одређено време, као и спољни истраживачи (слика 3). По правилу, сваки пројект би требало да има једног или више доктораната и магистраната.
- **Докторски и магистарски пројекти (које би требало да финансира МНТР):** За једног или више студената, дефинисали би се докторски, одн, магистарски пројекти, ако је такав приступ погоднији у конкретним околностима, уместо укључивање студената у стандардне пројекте МНТР (и на тај начин запошљавање на одређено време најбољих студената). Ови пројекти су намењени само најбољим студентима, јер за догледно време Република неће бити у стању да свим студентима обезбеди ове пројекте који им обезбеђују привремено запошљање на факултету (4 године за докторанте и 2 године за магистранте). Поред бруто плата студентима, они треба да обезбеде и директне материјалне трошкове за рад на тези, као и награду ментору ако студент у одређеном року одбрани успешно своју тезу. По правилу, неопходно би било да сваки наставник води бар један од докторских или магистарских пројеката.



Слика 3

3.4 Финансирање истраживача

3.4.1 Наставници

Пошто наставници примају плату за свој наставни рад и научни рад који треба да унапреди наставни рад (тј. индивидуални научни рад наставника), они би требало да за свој рад на пројектима МНТР добију *ауторски хонорар* чија је висина пропорционална цени истраживачког месеца, а која треба да буде једнака половини стандардне цене истраживачког месеца за одговарајућу категорију пројекта³. Максимални број истраживачких месеци наставника на пројектима МНТР је 12. Руководиоци докторских и магистарских пројеката требало би да добију и посебну награду по одбрани тезе, ако је студент њу одбранио у одређеном року.

3.4.2 Студенти

Најбољи студенти којима МНТР одобрава докторске и магистарске пројекте, *примају плату* као лица у сталном радном односу на факултету на одређено време. Ове плате треба да су на нивоу плата асистената, одн. асистената-приправника. Ови студенти могу да немају докторске, одн. магистарске пројекте, ако им више одговара да учествују у истраживањима која се обављају у оквиру других пројеката МНТР. У том случају они би требало да примају исту плату као и када би имали своје, докторске или магистарске пројекте. Директни материјални трошкови пројекта се увечавају за исти износ који би био и у случају докторских и магистарских пројеката.

3.4.3 Истраживачи у сталном радном односу

Факултети могу запослити и истраживаче у сталном радном односу на одређено време, тј. за време трајање пројеката у коме они учествују (а и дуже, ако факултет за то има интереса). Бруто плате истраживача се искључиво финансирају из пројеката (са МНТР, ЕУ, индустријом и др.) у виду бруто личних доходака. Ови истраживачи се бирају и истраживачка звања као и у институтима. Њихов рад у пројектима, МНТР плаћа по стандардној цени истраживачког месеца.

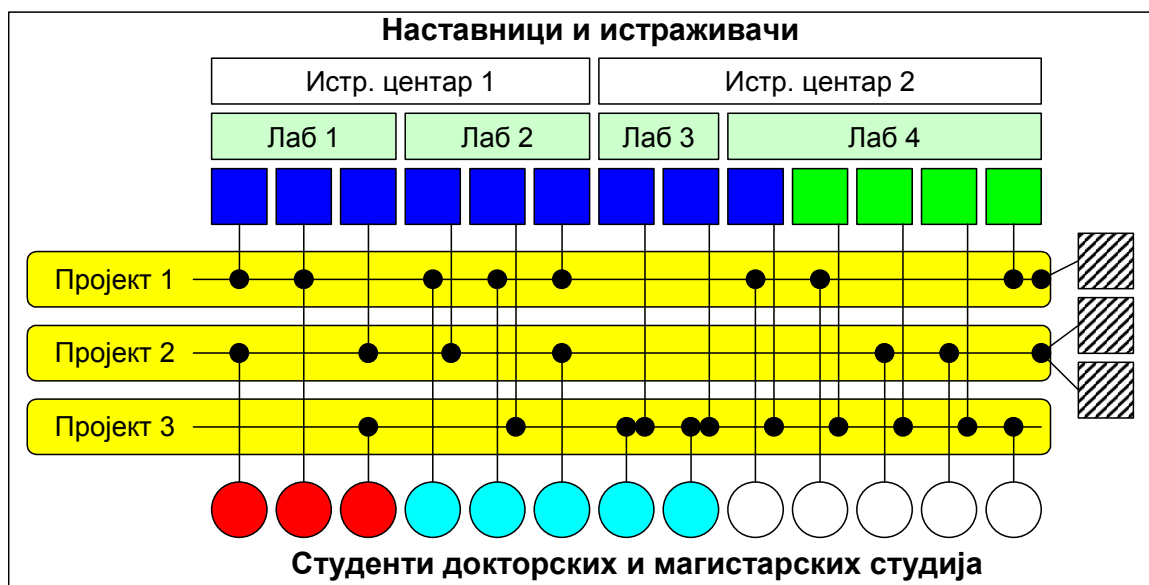
3.4.4 Спољни истраживачи

Факултет може ангажовати спољне истраживаче ако је то неопходно за реализацију пројеката које је факултет уговорио са МНТР или неком другом организацијом. У случају основних и примењених истраживања, ови истраживачи (као и остали истраживачи, сем студената) треба да имају докторат наука, одн. одговарајуће истраживачко или универзитетско звање. У случају развојних истраживања (пројекти технолошког развоја, иновациони пројекти, пројекти у оквиру националних програма) довољно је да поседују одговарајућу универзитетску диплому. Спољни истраживачи се исплаћују у виду ауторских хонорара у висини која одговара њиховом звању и пропорционална цени истраживачког месеца који је признат факултету.

3.5 Матрична организација истраживања

Пројекти су основни оквир у оквиру кога се врше сва истраживања (слика 4). Без обзира којој лабораторији или другој организационој јединици припадају други истраживачи, они сви одговарају руководиоцу пројекта, који треба да има аутономију у руковођењу пројекта у односу на декана и остале руководиоце на факултету. Матрична организација на слици 4 даје пример формирања истраживачких тимова пројеката.

³ Под стандардном ценом истраживачког месеца подразумева се цена коју МНТР одређује за истраживаче у научноистраживачким организацијама који не примају плату из буџета, тј. чији се истраживачки рад финансира искључиво преко пројеката.



Слика 4

4 Развојна истраживања

Развојна истраживања имају за циљ да на бази доступних научних сазнања развију технологије, а затим и нове производе и процесе који могу да предузећу донесу добит на тржишту. Велике компаније у свету реализују сопствена развојна истраживања, јер за то имају довољну материјалних и људских ресурса. Код нас су ретка предузећа који то могу самостално да раде, а због њихове пропасти током 90-тих година, развојни рад у Србији је замро.

Пред нама је период када ће се појавити велики број нових, али малих предузећа. Њима треба помоћи да развију своју понуду за тржиште, а нарочито страном, што је за нас приоритет. То могу да ураде само организације које имају људе од знања. То су пре свега наши универзитети и институти. Њих треба оспособити да тај потенцијал боље искористе и остваре значајнији допринос развоју нове привреде Србије. Зато, овде се предлажу неке мере чијом реализацијом то може да се успешније оствари. У том циљу предлаже се формирање две организационе јединице факултета које се својом делатношћу удопуњују, а имају заједнички циљ да помогну индустријским предузећима да примене савремене технологије и развију нове, иновативне производе који могу да постигну и међународну конкурентност.

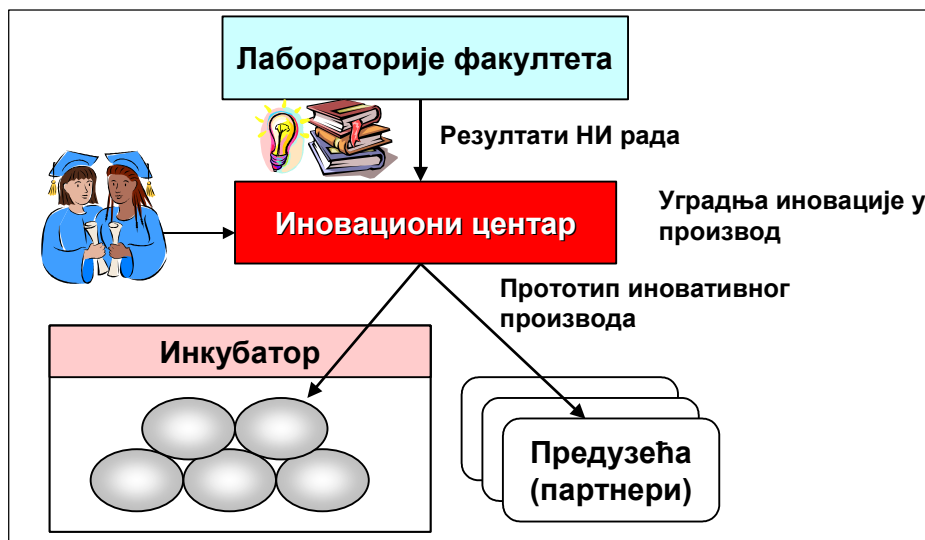
4.1 Специјалистичке студије

Специјалистичке студије обезбеђују стицање знања у одређеним специфичним техничким областима у којима студент жели да постане специјалиста, тј. да буде оспособљен за решавање сложених инжењерских проблема у тим областима.

Студије треба да трају једну годину, и да нуде велики број изборних предмета, како би омогућиле формирање стручног профила специјалисте у складу са потребама тржишта или његовог будућег радног места. Специјалистички рад треба да демонстрира знање студента у изабраној области као и способност примене тог знања у решавању сложеног инжењерског проблема. Било би пожељно ако би се специјалистички рад радио у оквиру неког од иновационих пројеката факултета.

4.2 Иновациони центар

По иновационим центром овде се подразумева организациона јединица факултета (или предузећа) у којој се на организовани и систематски начин ради на примени научних резултата (сопствених и туђих) и савремених технологија ради развоја прототипова нових, иновативних производа или процеса за потребе одређеног предузећа, групе предузећа или одређеног тржишта (слика 5). У идеалном случају, развој би требало да се одвија на захтев наручиоца посла, тј. предузећа. Међутим, могуће је да се ради и на развоју прототипа производа у коме се примењују неки резултати научних пројеката факултета или се реееализују неке оригиналне идеје, при чему постоји добро аргументовано очекивање да ће доћи до успешне комерцијализације развијеног решења⁴.



Слика 5

Иновациони центар има две основне функције:

1. Подстиће развој иновација и предузетништво:

- a. Врши анализе резултата пројеката факултета и истраживања у земљи и свету ради њихове евентуалне комерцијалне примене.
- b. Анализира постојеће и иницира развој сопствених технологија на бази остварених научних резултата.
- c. Истражује потребе тржишта и потенцијалних партнера у индустрији и иницира њихово повезивање са носиоцима научних резултата на факултету, тј. наставницима.
- d. Уговара маркетинг, продају и комерцијализацију интелектуалне својине факултета.
- e. Организује патентирање и заштиту интелектуалне својине факултета.

⁴ У овом случају постоји опасност да се понови чест случај да се развије нешто што нема прођу на тржишту. Зато овакве пројекте не треба иницирати без добре анализе тржишних потреба (код нас и у свету), процене ризика, и обезбеђења довољне финансијске подршке пројекта (не само од стране МНТР и буџета). Због ризика улагања, овај начин тзв. "гурања" развоја (уместо тзв. "вучења" жељеног новог производа од стране предузећа ради потреба тржишта) треба да буде изузетак.

- f. Организује обуку наставника и студената ради развоја њихових предузетничких и иновационих способности.

2. Развој прототипа иновативног производа или процеса:

- a. Развој прототипа хардвера, тј. физичког производа
- b. Развој софтвера
- c. Развој процеса (нпр. технолошког процеса, процеса рада и управљања и др.)
- d. Развој услуга (нпр. услуге које се нуде преко Интернета)

Сигурно је да је основна функција развој прототипа нових, иновативних производа, а да је развој иновационих и предузетничких способности наставника и студената важна, али ипак секундарна функција, која доприноси успешнијој примени основне функције развоја производа. Друга функција иновационих центара на факултетима је и да служе за професионално оспособљавање дипломираних студената и њихову припрему за успешан рад у привреди.

Финансирање рада иновационог центра врши се искључиво преко пројеката које он уговара са МНТР (пре свега, иновациони пројекти) и са индустријским предузећима). Извесна финансијска помоћ може бити могућа од стране МНТР (или будућих индустријских партнера) при формирању иновационог центра, ради припрема простора за рад, набавке неопходне опреме и покривању плата иницијалног особља у првим месецима рада.⁵ Наравно, при реализацији активности иновационог центра, очекује се и ангажовање свих ресурса факултета када потребе то налажу (нпр. лабораторије), те просторне потребе иновационог центра као и његову опрему треба рационално планирати.

На реализацији наведених функција радили би:

- наставници и студенти факултета (пре свега студенти магистарских и специјалистичких студија) који би били спољни сарадници центра те били плаћени преко ауторских уговора или преко свог личног доходака и
- сарадници у сталном радом односу (по правилу, запослени на одређено време, тј. док има пројеката за који је сарадник потребан) које ће чинити у највећем броју дипломирани студенти факултета.

Како је један од циљева формирања иновационих центара на факултетима привремено запошљавање што већег броја дипломираних студената, то ће МНТР финансијски помоћи формирање само оних иновационих центара који се обавезу да ће бар 60% послова реализовати запослени дипломирани студенти, тј. запослени сарадници центра. Тиме се жели да ограничи учешће наставника у иновационим пројектима, тј. да се обезбеди њихово учешће само на нужном нивоу (вођење пројекта и реализација најкомплекснијих задатака).

Далеко највећи број ангажованих и запослених сарадника иновационог центра требало би да ради на развојним активностима. Активности везана за развој иновацијских и предузетничких способности наставника и студената радио би директор иновационог центра, евентуално са пар сарадника. У циљу смањивања трошкова пословања и ангаовања што квалитетнијих људи за ове активности, треба очекивати да се за ове послове у што већој мери ангажују спољни консултанци (физичка или правна лица). Зато, директор центра би требало да буде лице са

⁵ Због малог броја студената, технички факултети данас имају често довољно пословног простора, те могу да обезбеде простор и за рад иновационог центра.

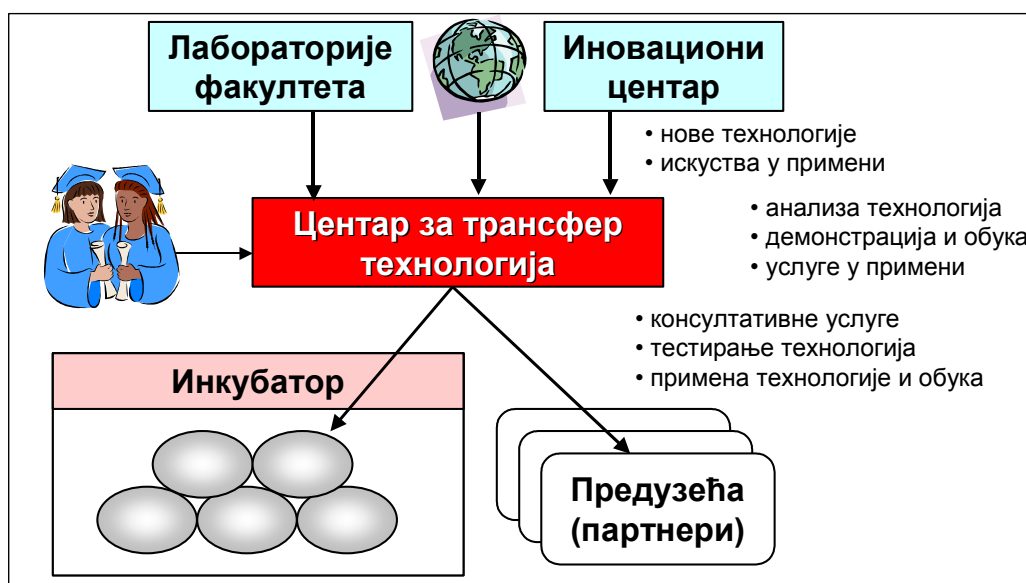
знањем и разумевањем технологије, али са врло изразитим предузетничким, пословним и менаџерским способностима.

Једна од великих повољности које нуди иновациони центар на факултету је и могућност запошљавања већег броја дипломираних студената (очекује се да то буде и више десетина) који би највероватније у њему радили пар година. Своје касније запослење ће највероватније обезбедити код пословних партнера за које су радили развој иновативних производа. Ова могућност запошљавања сигурно ће повећати интерес за студирања на техничким и инжењерским факултетима.

За разлику од института и центара који данас постоје скоро на свим техничким факултетима, иновациони центри би радили искључиво на пословима развоја иновативних производа. Све остале послове за привреду (мерења и тестирања, пројектовање техничких, али не и иновативних решења и др.) и даље би радили постојећи институти и центри.

5 Центар за трансфер технологије

Центар за трансфер технологија је организациона јединица факултета која искључиво ради на дифузији, тј. ширењу примене савремених технологија у индустрији (слика 6). Значи, он се не бави развојем ни технологија ни производа, већ само помагањем индустрије да примени савремене технологије. У том смислу, он може имати пословне partnere и међу произвођачима технологије (на пример произвођачи софтверских система) јер може да обавља и функцију центра за демонстрацију коришћења технолошких решења и обуке њених корисника.



Слика 6

Као и у случају иновационог центра, и овде треба очекивати да већину послова одрађују сарадници центра запослени из редова дипломираних студената. И они ће после пар година највероватније се запослити код предузећа које покажу интерес за примену технологија које они демонстрирају и за чију примену врше обуку корисника.

Радам центра би требало да руководи директор са разумевањем технологија, али и са добрим пословним способностима.

Финансирање центра за трансфер технологија треба да се врши искључиво приходима које се обезбеђују од:

- Произвођача технологија, који имају интереса да центар ради на дифузију њихових технолошких решења и производа и да врше обуку њихових корисника, и од
- Корисника технологија који траже помоћ у избору адекватних технологија и у њиховој примени.

6 Подстрек предузетништву и отварању малих предузећа

Факултети нису организовани тако да могу успешно да се баве пословима на тржишту. Приватна предузећа по правилу увек показују већу ефикасност, флексибилност и пословност. Најједноставније решење је да факултет успостави сарадњу са постојећим предузећима која би пласирала на тржиште резултате истраживачких и развојних пројеката који се раде на факултету (нпр. у иновационом центру). Нажалост, код нас нема много предузећа заинтересованих или оспособљених за такву сарадњу са факултетима.

Зато, пословање на тржишту факултети треба да остваре преко предузећа која ће основати сами или са својим партнерима или својим наставницима и бившим студентима. Преко тих предузећа могу тржишно да комерцијализују своје научне и развојне резултате, а могу бити и посредници у успостављању сарадње и са другим предузећима.

Факултети би требало да буду заинтересовани не само за формирање предузећа преко којих би вршили комерцијализацију резултата својих истраживања и развојних активности, већ и за предузећа која би формирали њихови дипломирани студенти и наставници. Формирање оваквих предузећа допринело би:

- порасту интересовања потенцијалних студената за студирање на факултету, јер би видели перспективу свог запошљавања или самозапошљавања.
- повећању степена примене резултата пројеката факултета, јер би формирањем својих предузећа, дипломирани студенти (нарочито магистарских и докторских студија) и њихови наставници покушали да до максимума искористе могућности за комерцијализацију тих резултата.

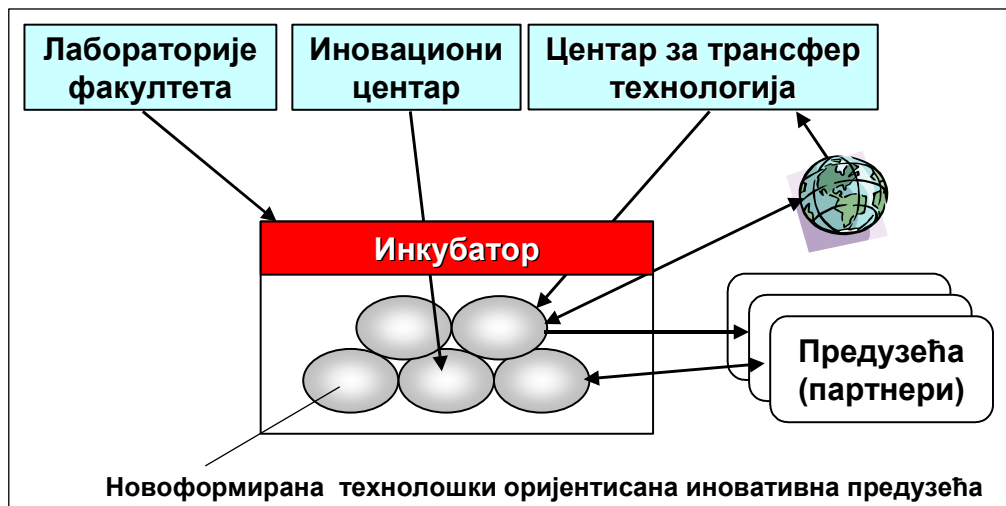
Како је формирање предузећа, а нарочито технолошки оријентисаних предузећа⁶ ризикантна и најчешће скупа инвестиција, пожељно је да се она оснују у оквиру тзв. пословно-технолошких инкубатора.

6.1 Пословно-технолошки инкубатор

Пословно-технолошки инкубатор је организациона јединица факултета (мада факултет може да га формира и у виду посебног предузећа) која обезбеђује пословни простор, административне и техничке услуге новоформираним предузећима. Ова предузећа, по правилу користе ове услуге одређено време од свог оснивања (нпр. три године) и запошљавају мали број људи (обично до 10). Када својим развојем довољно ојачају да могу да запосле већи број људи и када покажу потребе за већим пословним простором, они онда напуштају инкубатор и одлазе на друге локације (нпр. у научно-технолошки или индустријски парк).

⁶ Мисли се на предузећа која продају производе у чијој цени уграђено знање има доминантно учешће и која примењују савремена технолошка решења.

Предузећа, би по правилу требало да формирају дипломирани студенти факултета (са или без њихових наставника), наставници факултета, факултет и друга физичка и правна лица (нпр. друга предузећа). По природи ствари, реално је очекивати да они преко својих предузећа првенствено раде на комерцијализацији својих резултата остварених на истраживачким и развојним пројектима. На тај начин, они врше одређени трансфер технологија и резултата развоја са факултета на тржиште (слика 7).



Слика 7

Пословно-технолошки инкубатор најчешће обезбеђује предузећима која послују у оквиру њега следеће услуге:

- пословни простор (најчешће до 30 м²) за рад новоформираног предузећа које може бити опремљено намештајем, рачунарима повезаним са Интернетом и др.
- сале за пословне састанке које предузећа у инкубатору заједнички користе.
- секретарске и административне услуге
- књиговодствене и рачуноводствене услуге
- правне услуге
- услуге маркетинга и пословног консалтинга
- техничке услуге (Интернет и телекомуникације, ПТТ, курири, превоз, одржавање опреме и др.).

Неке од ових услуга, могу да обезбеђују и спољни консултант или специјализована предузећа, мада, највећи број услуга могу да пружају и постојеће службе наших факултета (које нису довољно искоришћене, нарочито сада када технички факултети немају довољно студената).

По правилу, предузећа плаћају ове услуге инкубатору, при чему факултет може да нуди ниске цене ако жели да подстакне рад ових предузећа. Уместо наплате услуга, факултет, односно инкубатор може у виду компензације да учествује у власништву ових предузећа (нпр. 10%) или у продајној цени њихових производа или услуга.

Пословно-технолошки инкубатор обезбеђује следећу корист предузећима која користе његове услуге:

- a. нижи су инвестициони трошкови при отварању предузећа, јер се дели део пословног простора, а и услуге "заједничких" служби (тј. услуга икубатора),
- b. нижи су трошкови пословања јер се користе услуге икубатора, што је по правилу јефтиније него да предузеће формира своје службе, тј. радна места,
- c. иноватори и предузетници могу да се концентришу само на свој посао, јер остале послове обављају службе икубатора, или ангажована специјализована предузећа и консултанти.
- d. смањује се ризик инвестиција, не само зато што су она нижа, већ и зато што се предузетници потпуно предају свом послу, а препуштају професионалцима да одрађују послове за које они нису стручни.

Поред лакше и успешније комерцијализације резултата својих истраживања, факултет на овај начин обезбеђује и услове за запошљавање и самозапошљавање својих дипломираних студената што ће сигурно повећати интерес за студирање на том факултету.

Поред наведеног, на овај начин ће временом настати велики број нових, технолошки оријентисаних предузећа, чиме ће се променити досадашња неповољна привредна структура у нашој земљи (мали је број технолошки оријентисаних предузећа).

Садашња законска регулатива (тј. Закон о раду) дозвољава запошљавање лица у две или више организација при чему се дели пуно радно време (40-то сатна радна недеља). На тај начин, наставници и запослени на факултету, могу да деле своје радно време на факултету и у предузећу које ради у икубатору (или ван њега), без обзира да ли су они власници или само запослени са непотпуним радним временом. С обзиром на специфичности наставног, научног и развојног рада, с једне стране, и потребе да се стимулише предузетништво и иновативност наставника, с друге стране, било би пожељно да се законом који регулише проблематику научних и развојних истраживања (тј. Закон о научно-истраживачкој делатности и Закон о иновационом систему, који су у припреми) дефинише да наставници универзитета могу да раде у другим организацијама до 30% радног времена без обавезе умањења свог ангажовања на факултету. Тек за већа ангажовања, вршило би се умањење радног ангажовања на факултет. Овим би се подстакло радно ангажовање наставника у привреди (у својим или туђим предузећима), што би требало да да позитивне ефекте по друштво.

6.2 Права интелектуалне својине и иницијално финансирање нових предузећа

Код нас се често занемарује интелектуална својина. Она је често злоупотребљена и незаштићена. Заштита у виду патента је ретка, и истраживачи нису упознати са неопходним процедурама заштите. Поред тога, патентна заштита може да захтева знатна средства, што отежава већу примену тог института заштите.

Право својине над резултатима научноистраживачки и развојних пројеката треба да буду дефинисана статутом факултета или универзитета. Нормално је очекивати да та права има факултет, ако та права не задржава финансијер пројеката и ако се факултет својим статутом или одлуком не одрекне свог права у корист истраживача. Истраживачи имају ауторска права и те резултате могу објављивати у виду научних радова (у мери у којој се не штите пословне и технолошке тајне). Међутим, права комерцијализације треба да припадну факултету, или организацији која финансира истраживачке и развојне пројекте. Права интелектуалне својине је неопходно регулисати између факултета и финансијера истраживања, с једне стране, и факултета и истраживача, с друге стране (сем ако статутом факултета то није дефинисано у општем случају).

Најбоље решење је да резултате своје истраживачке и развојне активности факултети пласирају преко својих предузећа или предузећа са којима имају партнерске односе, јер би у том случају та предузећа сносила трошкове заштите. То је боље решење, јер се средства троше тек када постоји сигурност да ће доћи до комерцијализације интелектуалне својине. Патентна заштита решења за која нико није заинтересован може бити непотребни трошак, а повећава и ризик копирања решења, било "креативним иновацијама и променама" решења од стране других предузећа, било од стране предузећа у земљама у којима патент није заштићен.

При уговарању права на коришћење резултата истраживачких и развојних пројеката факултета најчешће су могући следећи аранжмани:

1. предузеће откупљује сва права, што може бити најбоље решење за факултет, али најчешће предузећа нису спремна да преузму тај ризик.
2. факултет учествује или у цени производа или у профиту оствареном комерцијализациом интелектуалне својине факултета преко предузећа са којима уговара учешће у цени или у деоби профита.
3. факултет стиче права на део власништва предузећа коме препушта своја права над интелектуалном својином. Ово је посебно погодно при формирању нових предузећа од стране наставника или дипломираних студената.
4. права над комерцијализацијом интелектуалне својине факултет може да дели са својим наставницима, ако су они учествовали у њеном стварању, а при том нису у потпуности били адекватно плаћени, што је регулисано уговором о њиховом ангажовању у тим пројектима. У тим случајевима, и ти наставници учествују у стицању користи од комерцијализације тако створене интелектуалне својине.

6.3 Сарадња са постојећим предузећима

Сигурно је да факултети треба да успоставе дугорочну сарадњу са појединим предузећима и да им нуђењем пакета својих услуга (јер имају различити профил стручњака) обезбеде сталну помоћ у њиховом развоју. Међутим, како је привреда данас код нас у транзицији, тј. многа предузећа су у процесу приватизације или у очекивању нових власника, то је присутна одређена њихова неспремност и незаинтересованост за развој (јер им програмска и пословна усмереност будућих власника данас није позната). Та ће ситуација бити другачија за пар година, али се поставља и питање конкуренције страних института, факултета и специјализованих предузећа, јер ће нови власници (нарочито из иностранства) често ангажовати реномиране организације, које често имају и боље опремљене лабораторије и квалитетне стручњаке. Зато, факултети треба што пре да се припреме за ову конкуренцију (нпр. то је данас ситуација у Словенији). Неке од идеја које се овде износе могу да пруже позитиван допринос у том правцу.

6.4 Студентско предузеће

Студентско предузеће може бити предузеће које оснива удружење студената ради ангажовања студената у пружању професионалних услуга на тржишту. У нашим условима, то најчешће може да буде студентска задруга која ангажује студенте као спољне сараднике за реализацију уговорених послова. Специфичност у односу на друге студентске задруге је у томе што се у овом случају ради о студентској задрузи преко које су студенти искључиво ангажовани ради рада на професионалним пословима, тј. пословима примереним њиховим студијама. На тај начин, студенти могу бити ангажовани у индустријским пројектима факултета, или у раду малих предузећа који послују у оквиру инкубатора. Такође, могу да одрађују разне стручне послове за потребе наручиоца послова на тржишту (тј. других предузећа). На овај начин, поред

материјалне користи, студенти стичу и неопходна искуства и практична знања, која могу да им буду од помоћи при каснијем запошљавању или самозапошљавању (рад у свом предузећу).

7 Програми и мере подстицаја МНТР

МНТР ће низом програма и мера подржати изложени концепт научног и развојног рада на универзитету, односно, на техничким факултетима. У почетку, као на пример у 2003. години, та средства ће бити доста ограничена како због ограниченог буџета МНТР, тако и због потребе разраде система по изложеном концепту. Реално је очекивати да ће буџет МНТР, као и средства крајњих корисника развоја и потенцијалних инвеститора бити већа у наредним годинама, те ће у складу са тим трендом пораста, бити увећаван ниво научних и развојних активности на факултетима према изложеном концепту. У овом поглављу биће изложен најрелевантнији део постојећих и будућих програма и мера којим ће МНТР подржати реализацију

7.1 Истраживачки и развојни пројекти

МНТР има више различитих програма којим финансира различите типове истраживачких и развојних пројеката. Они обезбеђују финансирање научних и развојних истраживања која се реализују на универзитету (или у институтима и предузећима). У случају универзитета, они ће омогућити:

- запошљавање на одређено време (док траје пројект) студената магистарских и докторских студија.
- обезбеђење средстава за покривање директних материјалних трошкова пројеката (хемикалије, потрошни материјал, службена путовања, ситнија опрема и сл.).
- ауторске хонораре или део личног дохотка наставника за рад у пројектним тимовима.
- средства за покривање трошкова режије факултета.

7.2 Докторски и магистарски пројекти и стипендије

МНТР већ више година обезбеђује стипендије за студенте магистарских студија. Ту праксу ће и даље наставити, али ће понудити студентима магистарских и докторских студија и један нови програм. То је *Програм за развој младих истраживача* који нуди посебне докторске и магистарске пројекте најбољим студентима докторских и магистарских студија. Он обезбеђује следеће:

- радни однос на одређено време (2 године за магистранте, 4 године за докторанте) у НИО која искаже интерес, тј. да сагласност при чему МНТР обезбеђује средства за бруто плату студената.
- средства за директне материјалне трошкове рада на реализацији истраживања у оквиру рада на докторској, односно магистарској тези.
- средства за режију НИО
- награду за менторе докторских и магистарских теза у случају да студенти у одређеном року одбране своје докторске и магистарске тезе.

Како ови пројекти захтевају знатно већа средства него стипендије, то ће се они одобравати само најталентованијим и најбољим студентима, у складу са критеријумима које ће МНТР дефинисати за сваку научну област. Да би развој истраживачких кадрова био усмераван у складу са потребама Србије, као и у случају стипендија, биће дефинисане квоте, тј. број корисника докторских и магистарских

пројеката за сваку научну област. Са реализацијом овог програма отпочеће се у 2003. години.

7.3 Иновациони пројекти

Иновациони пројекти нису научно-истраживачки, већ развојни пројекти. Њихов циљ је развој иновативног производа који је намењен тржишту. Носиоци реализације иновационих пројекта могу да буду НИО, предузећа или конзорцијум НИО и предузећа. Трајање пројекта је највише годину дана. Иновациони пројекти се финансирају:

- a. бесповратним средствима која обезбеђује МНТР
- b. средствима кредита која обезбеђује Фонд за развоја Републике Србије.

Начин одобравања пројекта је двофазни:

1. фаза: МНТР објављује јавни позив (стално отворен на годину дана) за пријаву развојних иницијатива коју подносе предузећа, државни органи, установе и научноистраживачке организације (НИО) које су заинтересоване за развој појединих производа, процеса или услуга. На тај начин, МНТР добија увид у потребе предузећа, државних органа и осталих организација. Примењујући посебне критеријуме, МНТР врши избор развојних иницијатива које жели да подржи иновационим пројектима и у контактима са подносиоцима прихваћених развојних иницијатива ближе дефинише пројектне захтеве.
2. фаза: МНТР објављује други јавни позив да би добио пријаве НИО и предузећа која желе да раде на реализацији дефинисаних пројектних задатака за иновационе пројекте дефинисане на основу прихваћених развојних иницијатива. Овакви јавни позиви се могу објављивати више пута годишње, увек када постоји потреба, тј. када су спремни пројектни захтеви за иновационе пројекте, за прихваћене иновационе иницијативе. На бази објављених критеријума у јавном позиву, МНТР врши избор реализатора развоја, тј. реализатора иновационих пројеката. То могу бити НИО и/или предузећа специјализована за такве послове.

Висина средстава која ће МНТР или Фонд за развој доделити за реализацију иновационих пројеката зависи од пројектног задатка и захтеваних средстава која су прихваћени реализатори пројекта захтевали при пријављивању на јавни позив у Фази 2. Ако МНТР или Фонд за развој не обезбеде сва потребна средства, могуће је учешће и других инвеститора. У том случају уговором се дефинишу њихова права и обавезе у односу на крајњег корисника резултата развоја иновативног производа, процеса или услуга, као и њихова међусобна права и обавезе. Крајњи корисник резултата је дужан да учествује у финансирању иновационог пројекта на нивоу који МНТР одреди пре расписивања јавног позива у Фази 2. Уговором о реализацији иновационог пројекта дефинишу се сва права и обавезе МНТР, Фонда за развој (ако обезбеђује кредит), осталих инвеститора и крајњих корисника резултата иновационог производа.

Изложена процедура оставља велики степен флексибилности Министарству у дефинисању услова под којим ће се сваки конкретни иновациони пројекат реализовати (начин финансирања, висина средстава, права и обавезе инвеститора и корисника резултата и др.). То је неопходно, јер иновациони пројекти могу бити врло различити и специфични, те су неопходни и различити и специфични услови за њихову реализацију.

Поред флексибилности, изложени поступак одобравања иновационих пројеката обезбеђује тзв. метод "вучења" развоја од стране корисника резултата (јер се развој реализује на основу њихових потреба и захтева), уместо тзв. метода "гурања" развоја, којим истраживачи прво развију производ, па онда траже евентуалног корисника. Додуше, уколико се пројект одобрава на иницијативу НИО, онда се у том случају ипак

подржава метод "гурања" развоја, али то ће бити ређе ситуације у којима НИО мора да пружи врло убедљиве аргументе за своју развојну иницијативу.

Како је политика МНТР да максимално подржи радно ангажовање и запошљавање (на одређено или неодређено време) младих људи са универзитетском дипломом, тј. дипломираних студената, то ће се при дефинисању услова у јавном позиву у Фази 2 прецизније дефинисати предности подносиоца пријава за реализацију иновационих пројеката које добијају, ако за реализацију пројекта запосле дипломиране студенте. Приоритет ће имати реализатори пројеката који:

- запосле што већи број дипломираних студената
- који повере што већи део развојних активности иновационим центрима на факултетима или институтима.

7.4 Средства за набавку лабораторијске и рачунарске опреме

Ретки су истраживачки пројекти у техничким наукама који не захтевају коришћење одговарајуће лабораторијске или рачунарске опреме. Стање у лабораторијама наших факултета је генерално лоше. Како потребе знатно премашују могућности МНТР, биће дефинисани посебни критеријуми за одређивање приоритета у одобравању средстава за ове намене, као и правила у коришћењу опреме. У претходне две године, МНТР је набавило око 5000 рачунара за потребе научног рада на универзитетима и институтима, а набављена је и лабораторијска опрема за око 1,5 милиона евра. У 2003. години МНТР планира да купи лабораторијску опрему у вредности од око 3,5 милиона евра (реализација набавке је у току). Због ограничених средстава, неопходно је да сваки факултет дефинише своје приоритете у научним истраживањима, и да у складу са њима, усмерава развој својих лабораторија и научних кадрова.

7.5 Средства за уређивање и опремање простора НИО

У границама својих финансијских могућности, МНТР ће, као и до сада, финансијски помоћи НИО да уреди и реновирају свој лабораторијски простор. Биће дефинисани критеријуми за одређивање средстава за ове намене, а биће објављен стално отворени јавни позив за подношење одговарајућих захтева. Приоритет у 2003. години биће дат формирању иновационих центара на факултетима, да би се омогућило привремено запошљавање што већег броја дипломираних студената.

7.6 Средства за подстицај раду пословно-технолошких инкубатора

МНТР ће обезбедити и средства за припрему и опремање простора за рад пословно-технолошких инкубатора на факултетима и у институтима. Биће дефинисани критеријуми за одређивање приоритета, јер се очекује да ће захтеви премашити финансијске могућности МНТР.

7.7 Средства за подстицај рада новоформираних предузећа

Подстицај за формирање нових, технолошки оријентисаних малих предузећа, МНТР ће пружити додељивањем малих, или неопходних иницијалних средстава за инвестиције у опрему. Како су средства МНТР врло ограничена, то ће право бити ограничено само на предузећа која послују у оквиру пословно-технолошких инкубатора који су регистровани и верификовани од стране МНТР. Жеља је да се на тај начин пружи подстицај развоју пословно-технолошких инкубатора, јер они смањују ризик пословања новоформираних предузећа. МНТР ће дефинисати критеријуме за одређивање приоритета, као и услове које треба да испуне корисници ових средстава. У складу са тим, биће објављен стално отворен јавни позив за подношење пријава.

8 Закључак

Изложени концепт научног и развојног рада на техничким факултетима омогућава:

1. Бољи квалитет и већи обим научних истраживања на факултетима јер обезбеђује:
 - a. знатно већи број студената магистарских и докторских студената који су стално присутни на факултету и раде на својим тезама
 - b. знатно бољу организацију магистарских студија, а и реализацију докторских студија, које до сада нису биле организоване на нашим универзитетима.
 - c. финансијску подршку МНТР у виду средстава за реализацију различитих врста пројеката, а и боље опремање лабораторија факултета.
2. Систем за развој иновација и иновативних производа, као и њихову тржишну реализацију, јер дефинише:
 - a. нове организационе јединице на факултетима са тачно одређеним функцијама (иновациони центри, центри за трансфер технологија, пословно-технолошки инкубатори) којима се обезбеђује трансфер знања и технологија из научних лабораторија у предузећа, тј. обезбеђује развој иновација и иновативних производа према захтевима предузећа и тржишта.
 - b. механизам финансирања активности у оквиру дефинисаног иновационог ланца, путем иновационих пројеката и средстава за припрему и опремање простора за иновационе центре и пословно-технолошке инкубаторе.⁷
3. Запошљавање знатног броја дипломираних студената на факултетима на одређено време и то за две категорије студената:
 - a. За студенте који желе да постану истраживачи: нуде се докторски и магистарски пројекти којим се обезбеђује запослење најбољих студената у укупном периоду до 6 година (за рад на магистарској и докторској тези). Такође, по први пут се дозвољава да факултети могу да запосле магистранте и докторанте ради рада на истраживачким пројектима, за време рада на пројектима МНТР.
 - b. За студенте који се спремају за професионалну инжењерску каријеру: иновациони центри ће моћи да запосле већи број студената (не морају да буду из редова најбољих) који ће радити на реализацији иновационих пројеката МНТР, али и развојних пројеката које факултети уговарају са предузећима.

⁷ Због ограничених финансијских могућности МНТР, средства за опремање простора и опремање центара за трансфер технологија, факултети би требало да обезбеде, пре свега, сарадњом са предузећима чију технологију намеравају да демонстрирају и за коју нуде обуку и дифузију у нашу индустрију.



Ž. Spasić¹

UNIVERZITET KROZ REFORMU U EVROPSKI OBRAZOVNI I ISTRAŽIVAČKI PROSTOR

-- Uvodni rad --

Rezimé

Uloga univerziteta u razvoju prosperitetnog društva je poznata po brojnim deklaracijama o visokom obrazovanju. Univerzitetu je neophodna autonomija (*ne privilegija*) da bi slobodno mislio u korist društva (*ne u korist partija na vlasti i u korist ekonomskih moćnika*). Zato univerzitet ne pristaje da igra podređenu ulogu u društvu, jer teži promena koje su neophodne na putu ka evropskoj integraciji. Trenutni materijalni položaj univerziteta Srbije je ponižavajući i govori o nerazumevanju njegove prave uloge i intelektualnog potencijala za te promene. Univerzitet je obrazovna, naučna i istraživačka visokoškolska institucija koja integriše fakultete i departmane na kojima se razvijaju obrazovne i istraživačke discipline koje se multidisciplinarno i interdisciplinarno integrišu upravo kroz njegove funkcije. Svih pet univerziteta Srbije (Beograd, Niš, Novi Sad, Kragujevac i Priština/Kosovska Mitrovica) su pred kompleksnim problemom reforme kako bi postali deo obrazovnog i istraživačkog prostora Evrope i sveta. Budući Evropski obrazovni prostor je definisan Bolonjskom deklaracijom koja predstavlja intencije potpisnika (*to su Vlade zemalja Evrope među kojima je i Vlada Srbije*) da se kompatibilnim sistemima obrazovanja stvori univerzitetski univerzum, pogodan za mobilnost nastavnika i studenata i razmenu ideja i rezultata njihovog rada. Primena Bolonjske deklaracije je dugoročan i kompleksan proces koji ne trpi improvizacije, hvalisanje i preteranu žurbu. Nije jednostavna ni integracija tradicionalnih obrazovnih sistema zemalja kao što su Namačka, Francuska, Engleska, Italija i druge. U svakom slučaju, sprovođenje Bolonjskog procesa je interes Srbije i njenih univerziteta.

Obezbeđenje kvaliteta univerzitetskih aktivnosti je osnova reforme visokog obrazovanja. Brze promene na svetskom tržištu znanja i nagli razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija određuju sasvim novi profil tehnologija obrazovanja. Zato obezbeđenje integralnog sistema kvaliteta obuhvata institucije (univerziteti i fakulteti/departmani), nastavne planove, nastavne programe, kvalitet izvršioca (nastavnici i saradnici), način izvođenja nastave i odgovarajuće standarde, provere znanja (ispiti i predispitne obaveze), izborne predmete sa sistemom kredita, udžbeničku literaturu, upisnu politiku, protok sudenata i prolaznost na ispitima po predmetima, organizaciju istraživanja, ugovaranje poslova u saradnji, komponovanje projektnih timova, evidenciju korisnika istraživanja sa efektima primene rezultata istraživanja i drugo. Integralni sistem kvaliteta se odnosi i na finansijske procedure i administrativne aktivnosti (menadžment usluga) u integralnom informaciono-komunikacionom sistemu sa jedinstvenom bazom podataka/znanja univerziteta i distribuiranim bazama podataka/znanja fakulteta.

Evropski istraživački prostor čine programi tehnološkog razvoja koje finansira Evropska unija. Šesti okvirni prioriteti su upravo definisani i prijavljivanje projekata je u toku. Reformisani univerzitet i industrija sa uspešnom tranzicijom (dekomponovanje velikih sistema u mala i srednja preduzeća) mogu zajedno i uspešno da učestvuju u programima tehnološkog razvoja Evrope. Podrazumeva se da je moguća saradnja budućeg integrisanog, interaktivnog i otvorenog univerziteta sa drugim zemljama sveta.

Reforma je neminovnost i interes Srbije. Ali reformski zakon mora da bude fleksibilan, naročito u prelaznim odredbama. Univerzitet u Beogradu može da se drugačije organizuje po grupacijama (*sa departmanima i fakultetima istovremeno*), ali i ne mora. Argumenti i razum su preduslov uspešne reforme.

¹ Dr **Žarko Spasić**, prorektor Univerziteta u Beogradu, Studentski trg 1, Telefon: (+381 11) 637-405; Fax: (+381 11) 638-912, E-mail: spasic@rect.bg.ac.yu



**MENADŽMENT @ TEHNOLOGIJA @ MARKETING-DOKTRINE @ LJUDI
ILI ZAHTEVI ZA NOVU GENERACIJU FABRIKA*)**

*Prof. dr Vladimir R. MILAČIĆ, dipl. maš. inž.
Mašinski fakultet, Beograd*

Rezime: U radu se daje analiza tri stuba na kojima se bazira održivi razvoj a koji su ključ ni zatranziciju društva i tehnološku civilizaciju. To su: (i) menadžment i menadžeri, (ii) tehnologija i inovacije, i (iii) marketing. Sledeći to konsekvntno, na kraju se predlaže linovativna doktrina kao optimalna strategija za izlazak naše industrije iz krize u kojoj se sada nalazi.

Ključne reči: Održivi razvoj, Menadžment, Tehnologija.

1. UVODNE NAPOMENE - PROLOG

Menadžment, tehnologija i marketing su trojstvo održivog razvoja svake zemlje, kao i naše civilizacije u celini. U ovom domenu napisano je mnogo knjiga, naučno-stručnih radova kao i praktičnih ekspertiza. Ono što može da se uoči kroz dosadašnju praksu, to je da su se javljala kapitalna dela koja su nudila okvir za svaki od ovih domena, ili su pak profesionalne organizacije radile na osmišljavanju dugoročnih programa, praktičnih procedura i pratili kroz razne primere rezultate praktičnih ostvarenja postavljenih koncepata za razne sredine. Stvaranje globalnih programskih doktrina predstavlja praktično nerešiv problem zbog dubokih razlika u domenu kulturoloških, industrijskih i mentalnih specifičnosti pojedinih naroda ili civilizacijskih celina. Ovde se pre svega misli na zapadne i istočne civilizacije, a do skora i na posebnu ideologiziranuranu civilizaciju, formiranu oko bivšeg Sovjetskog saveza.

Lokalne "civilizacije" imaju svoju lokalnu strukturu o kojoj su pisali J. Cvijić i S. Novaković. Dominacija razuđene političke moći pojedinaca i grupa stvara nezdrav lokalni civilizacijski imidž u kome je primitivizam osnovni potencijal političke vladavine. S druge strane, globalistički koncept proklamovan još od K. Marksa i F. Engelsa, kroz Komunistički manifest i iskazan u sloganu "Proleter i svih zemalja ujedinite se", postao je danas vladajuća doktrina SAD i zapadne civilizacije. Sada je aktuelan slogan da je "svet postao jedno globalno selo" tako da se svet kreće prema civilizacijskoj eri koja se naziva - *Era tehnološke civilizacije*. Nešto što je između navedena dva koncepta, jesu zagovornici doktrine " misli globalno - radi lokalno". Ovo je možda i najmanje konfliktna doktrina na sadašnjem nivou razvoja naše civilizacije, a koju može da prihvati čovekova svest na ovom stepenu svoje mentalne razvijenosti. Ako se ovo prevede na prostor naše zemlje, koji određuje istorijski, kulturološki, demografski i složen mentalni sklop ljudi koji na njemu živi, onda je svaka strategija predviđanja razvoja ekonomije, privrede i posebno industrije praktično nerešiv zadatak. Ako se ovome doda da je ovo područje izrazito politički trusno, sa katastrofalnim posledicama koje ne pokazuje znake smirivanja, onda je svaka lokalna strateška doktrina razvoja neizvesna u

*) Ovaj rad je u prvoj verziji bio saopšten na 29. Savetovanju proizvodnog mašinstva Jugoslavije, koje je održano septembra 2002.godine. Zbog aktuelnosti i važnosti ideja koje su u njemu bile izložene, a na poziv Programskog odbora JUPITER Konferencije, autor je uz saradnju sa prof. dr V. Majstorovićem, izvršio određene dopune i ponovo ga izlaže stručnoj javnosti. Pripremu i kao i samo izlaganje rada, zbog opravdane sprečenosti autora je izvršio prof. dr V. Majstorović. Autor se na tome najtoplije zahvaljuje.

svojoj realizaciji. Nije moguće imati potpunu sliku a da se u našu analizu ne uvede značaj našeg bližeg i daljeg okruženja kao poremećajnog faktora u oblikovanju strateških kao i parcijalnih strategija razvoja koje obećavaju uspešnu realizaciju u određenim vremenskim intervalima. Ovde navodimo kao primer patološku mržnju određenih etničkih grupa, prema drugoj etničkoj grupi, insistirajući na njenom uništenju kroz nove podele teritorije, ratne štete i totalnu dehumanizaciju ključne etničke populacije na Balkanu. Njihov mentalni primitivizam rastače mentalnu strukturu tog naroda. Uz podršku spolja, njima se stvara privid da je to brzo ostvarljivo. Međutim, taj projekat ne samo da nije izvodljiv, već će se vratiti kao bumerang, tako da će te etničke grupe biti dovedene u maksimalnu manipulativnu funkciju za neke parcijalno prljave poslove u službi zaustavljanja harmonizovanog razvoja nove civilizacije. Zbog svega ovoga neophodno je podići umesto kineskog zida, novi mentalni zid, za svoju odbranu od novih varvarskih hordi pljačkaša. Ovaj novi mentalni zid treba da je baziran na sadašnjem stepenu razvoja svesti, inteligencije, znanja i tehnološke osposobljenosti ljudi i treba da se zasniva na realnim strateškim doktrinama razvoja, a ne na svojim zabludama. Navodimo samo neke od strateških doktrina razvoja koje ćemo koristiti u ovom radu.

Prva strateška doktrina treba da polazi od stava da mi “nemamo važan geopolitički položaj“ i da nismo kuća na sred puta. Današnji tehnološki nivo koji je uveo novo shvatanje prostora i vremena, sve više insistira na četvorodimenzionalnom svetu. Razmere događaja su sasvim drugojačije i njihov trend ima eksponencijalni rast. Na primer, nije veliki problem da se nekoliko miliona ljudi sa jednog prostora dekomponuje i premešta u razne pravce sa oznakom izbeglica, raseljenih lica, emigracije u druge zemlje, itd. Kao da se ponavlja onaj “huk u narodu” koji je J. Cvijic opisao prilikom dolaska Austro-ugarske imperije u Bosnu početkom prošlog veka kada su u talasima odlazili muslimani iz Bosne u Tursku. Dekomponovanje i prekomponovanje društvene strukture u našim prostorima ima za posledicu ogroman inflatorni udar na ukupan mentalni potencijal naroda. Inflatorni udar na mentalni potencijal ljudi vrši razgradnju ukupnog ekonomskog potencijala, a kroz to i razara tehnološki kapacitet koji je uslov održivog razvoja. Danas neki tvrde da ćemo kroz 10 do 20 godina, biti na nivou ekonomskog potencijala koji smo imali početkom 90-ih godina prošlog veka. U suštini, ovakav inflatorni negativni rast, u koliko se ne zaustavi, imaće za posledicu nestajanje određenih populacionih konglomerata na ovom prostoru i njegovo totalno prekomponovanje.

Drugi inflatorni udar odnosi se na demografski spektar stanovništva koji se meri ogromnim koncentrisanim natalitetom u sredinama sa vrlo skromnim i nerazvijenim mentalnim potencijalom, a sa druge strane odlaskom u svet citavih generacija u dobu od 20–40 godina sa velikim mentalnim kapacitetom. Ova disproporcija izaziva veliko ograničenje za uspostavljanje i uspešno vođenje strategije održivog razvoja društva.

I treći, ključni inflatorni udar se odigrava u prostoru tehnološkog kapaciteta zemlje. Ovde se pre svega misli na praktično uništenje postojećeg industrijskog prostora, kako u domenu tehnologija, tako i u domenu ljudskih resursa. Druga ništa manje značajna komponenta ovog inflatornog udara je praktično izvan prostora i vremena sistema obrazovanja, a posebno univerzitetskog obrazovanja. Ovo se naročito odnosi na formiranje intelektualnog jezgra za potrebe ovdašnjeg prostora. Onaj najkvalitetniji deo studentske populacije, po pravilu koristi obrazovanje na domaćim univerzitetima kao ulaznicu za odlazak u inostranstvo na dalje školovanje ili za zapošljavanje.

U ovom traktatu pokušaćemo da izdvojimo samo tri stuba: Menadžment–tehnologija–marketing, kao podlogu modela za tranziciju u tehnološku civilizaciju, koji se predlaže i za našu industriju.

2. MENADŽMENT I MENADŽERI

Kada govorimo o menadžmentu i menadžmentu menadžera, onda se misli na “liderstvo“ i na “duh“ kompanije. Nije primarni zadatak pravljenje "organizacije"–formalne strukture kompanije, već organizacije menadžera i njihovih funkcija. Kako navodi P.Drucker [1], liderstvo ostvaruju menadžeri i ono je primarno unutar menadžmenta, dok “duh“ kompanije nastaje iz duha koji vlada u menadžerskoj grupi. Obično se govori o “svrsi“ (misija) kompanije i njenim performansama (poslovnim). Ali svrha ili više svrha, su ciljevi za ljude iz menadžmenta, dok su performanse rezultat rada, pre svega menadžmenta. Kada kompanija nema odgovarajuće performanse mi ne zapošljavamo druge radnike, već novog predsednika kompanije. Zbog toga je potrebno izvesti *transmutaciju* resursa. To ne može da dođe iz mrtvih izvora kao što je kapital. Zato je potreban menadžment koji će delovati liderski. Ovde su posebno ukazuje na to da su “resursi“ koji mogu da se uvećavaju samo ljudski resursi, odnosno njihovo znanje. Svi drugi resursi se povinuju zakonima mehanike.

Menadžment ima tri osnovna zadatka: (i) da upravlja poslovima, (ii) da upravlja menadžerima, i (iii) da upravlja radnicima i poslovima. Ako se ovome doda vreme onda imamo i upravljanje brzinom poslovanja. Danas može da se govori o menadžmentu kroz praksu, kao i do sada nedovoljno razvijenoj

teoriji menadžmenta, a ne obrnuto, što je značajan nedostatak menadžment škola kod nas. Integritet menadžera kao ličnosti je jedna od najvažnijih osobina koju treba otkriti. Velika zabluda menadžera koji kaže "jedna veličina odgovara svima" je što to koristi kada pokušava da utiče na svoje bosove i kolege. Voditi nekoga da uradi nešto kroz razmišljanje ili sa argumentima najbolje uspeva kada je oblikovano prema pet očiglednih stilova donošenja odluka [2]. U periodu od januara 1999 godine do juna 2001 godine, izvršena je analiza 1684 rukovodilaca sa ciljem da se prouči način na koji oni donose odluke. Izabrani uzorak je iz raznih delova industrije uključujući automobilsku, prodaju na malo i High-Tech. Obradom rezultata svi ispitanici su svrstani u 5 različitih kategorija: harizmatični (25 %), mislioci (11 %), skeptici (15 %), sledbenici (36 %), i nadzornici (5 %). U zagradi su dati procenti u ispitanom uzorku.

Menadžeri harizmatični lako se zainteresuju i pažljivo prate nove ideje, ali ih iskustvo uči da se donošenje konačnih odluka bazira na izbalansiranim informacijama, a ne samo emocijama. Iako izgleda da su harizmatični menadžeri nezavisni oni se vrlo često oslanjaju u kompaniji na druge rukovodioce visokog profila kada donose odluke. Harizmatični očekuju od vas da strpljivo čekate na njih dok ne donesu odluku koja zahteva neko vreme, makar da vas je njihov početni entuzijazam navodio da mislite drugačije.

Menadžeri mislioci su rukovodioci koje je najteže ubediti da prihvate program za koji se zalažete. Oni su impresionirani argumentima koji su potkrepljeni informacijama. Njihove tipične karakteristike su: umni, inteligentni i logični, akademski obrazovani. Oni imaju jaku instinktivnu želju u poslovanju da prihvate promene i da pobede. Često se ponose svojom sposobnošću da osmisle i izvedu uspešan manevar u odnosu na konkurenciju. Mislioci imaju veliku averziju prema riziku. Prilika kada je relativno nizak rizik da se uštedi na vremenu ili novcu je u njihovom najvećem interesu. U ovu grupu spadaju Micvale Bell i Bill Gates, obojica iz oblasti informacionih tehnologija.

Menadžeri skeptici su vrlo sumnjičavi na svaki podatak koji se prezentira, naročito na informaciju koja menja njihov pogled na svet. Oni su često vrlo agresivni, gotovo napadački raspoloženi, i obično se opisuju kao ljudi koji preuzimaju odgovornost. Njihove tipične karakteristike su: zahtevnost, izazivač teškoća, izazivač nesporazuma, pobunjenik. Oni donose odluke vrlo brzo, unutar dana, iako nisu dobre. Skeptici žele da se kreću napred sa idejama koje lome postojeće tlo, ali pre toga treba da su uvereni da te ideje dolaze od ljudi kojima oni veruju.

Menadžeri sledbenici su najbrojnija grupa u ovoj klasifikaciji stilova za donošenje odluka. Oni donose odluke na osnovu onih odluka koje su već donosili u prošlosti, ili na bazi onih odluka koje su drugi rukovodioci kojima veruju donosili. Njihove tipične karakteristike su: biti inovativan, potpomagati, ekspertiza, sličan sa predhodnima. Sledbenici se boje da čine pogrešan izbor i da zbog pogrešne odluke ne izgube posao.

Menadžeri nadzornici se gnušaju neizvesnosti i dvosmislenosti i oni se usmeravaju na čiste činjenice i analitiku argumenta. Tipične karakteristike menadžera nadzornika su: logičnost, neemocionalnost, osetljivost, orijentisan detaljima, tačan, analitičan. Slično menadžerima skepticima, i nadzornici imaju jak personality. U svojoj glavi oni misle da su najbolji prodavci, najbolji marketinški eksperti, najbolji stratezi, itd. Ključna razlika između nadzornika i skeptika je u tome što nadzorniku treba dosta vremena da donese odluku. Ako se pritiska agresivno za neku ponudu, onda on može da zaključi da ste i vi deo problema, a ne rešenja. Nadzornici imaju veliki osećaj za odgovornost i mogu da budu lideri na višem nivou, ako je kompanija uspostavljena hijerarhijski.

Ponudjenih pet stilova menadžera u domenu donošenja odluka na bazi podnosioca inicijative nisu međusobno razdvojeni. Treba razumeti da ovako definisani profili menadžera daju prelomne tačke njihovh karaktera, dok je taj spektar od harizmatičnih menadžera i menadžera nadzornika kontinualan i traži da se uspostave harmonizovani timovi u menadžmentu poslovanja, a posebno na menadžment tehnologija i ljudskih resursa.

Ako se ukratko osvrnemo na našu situaciju u domenu menadžmenta, može se uočiti da u poslednjih 30 godina imamo stalno potiskivanje ovog sektora aktivnosti iz sistema društva, a pogotovo uništavanje grupa menadžera ako pokušaju da se afirmišu. U dugom periodu je stvaran ambijent tzv. samoupravnog menadžmenta, što je dovelo i do praktične degeneracije ovog od izuzetnog značaja ljudskog resursa. U prvoj polovini sedamdesetih godina u Srbiji je bila stasala jedna generacija uspešnih menadžera u industriji i široj privredi, koji su stvorili i vodili velike korporacije. Iako sam većinu od njih poznavao, u ovoj prilici ću navesti sisteme na čijem čelu su bili ti menadžeri. To su pre svega Ei-Niš, MAG-Kruševac, RTB-Bor, RK-Beograd, Zastava-Kragujevac, Goša-Smederevska Palanka i dr. Svi ti vodeći ljudi, kao tehnokratija, su sklonjeni, pošto nisu odgovarali, od političke oligarhije zamišljenom, foto-robotu "samoupravnog" menadžera. Devedesetih godina imamo galopirajuću inflaciju menadžera/menadžmenta, ali ipak dolazi do potpunog raspada industrijskog i ukupnog privrednog sistema. Nastaju brojni organizacioni i obrazovni sistemi za razvoj menadžmenta kod nas, čime je stvaran privid da se prekinulo sa prethodnom praksom.

Međutim, zdrobljena industrija je postala menadžment pustinja, kada su se kompanije još više zatvorile u sebe, a stvarno su zapravo onemogućavane u svom poslovanju od političke oligarhije koja za ovaj segment od vitalnog značaja za održivi razvoj zemlje, nije imala razumevanja. Naročito ne u domenu stvaranja nove generacije menadžera pošto i dalje mentalni sklop političara pretpostavlja modifikovane samoupravne menadžere koji će biti upravljani od njih, političara, a sa druge strane, kontrolisani od samih radnika kroz novi sistem sindikalnog udruživanja.

Menadžment i menadžeri, kao i lideri u privredi, traže punu nezavisnost i mera njihove uspešnosti je profit koji ostvaruju u korporacijama na čijem se čelu a i po dubini nalaze. Profit je mera mogućnosti da se izbegne rizik u poslovanju i da se kroz to obezbedi održivi razvoj industrije.

3. TEHNOLOGIJA

Drugi stub održivog ekonomskog razvoja je tehnologija kojom je ovladala jedna sredina ili šire društvo. Ovde se pre svega misli na tehnološku osposobljenost čovekovih asocijacija. Bazne inovacije u društvu su praktično nemoguće bez proizvodnih tehnologija i obrnuto, proizvodne tehnologije generišu inovacione procese u društvu. Ako se taj proces sinusoidalnih ciklusa analizira u periodu od 1785–2010. godine, možemo definisati sledeće periode tehnoloških ciklusa i njihovih osnovnih proizvoda : (i) 1785–1840. godina - *parna mašina => tekstilna industrija*, (ii) 1840–1895. godina - *proizvodnja čelika => železnica*, (iii) 1895–1940. godina - *elektrotehnika => generatori snage*, (iv) 1940–1980. godina - *hemija nafte => automobil*, (v) 1980–2010. godina - *kompjuterska tehnologija => globalne mreže podataka*, i (vi) 2010 - ... godina - *tehnologija gena => ?* [3].

Prema nekim predviđanjima u narednih 10–20 godina, preko 70% proizvoda biće na tržištu koji danas nisu ni planirani kao novi proizvodi. Današnji e-inženjering prelazi u *i³ inženjering* proizvoda [4]. To znači od čisto elektronski projektovanog i proizvedenog proizvoda (npr. Boeing 777) prelazi se na metode za *dobijanje novog proizvoda kroz inovativni proces, inteligenciju zaposlenih, pa sve do integracije svih korišćenih disciplina.* To znači da razvoj proizvoda ima tri ključna stuba : *zaposlene, procese i IT-sisteme.* Drugim rečima, efektivno projektovanje i njegovo prilagođavanje za razvoj proizvoda, ostvaruje se integracijom zaposlenih, procesa i IT-sistema.

Mreže su baza za i³ inženjering : mreža zaposlenih, mreža proizvoda, mreža procesa i mreža IT sistema. Ove mreže se koriste parcijalno ili pak totalno, sve zavisno od postavljenih zadataka. U realizaciji svakog tehnološkog projekta od presudnog je značaja profil timova za *i³ inženjering* koji ima jako izraženi imidž renesansnih inženjera. To je *osmoslojna* arhitektura entiteta: kulturološko razumevanje, fleksibilnost, međusobno razumevanje članova tima, preduzetništvo, menadžment projekta, razumevanje proizvoda i njegovih modula, razumevanje kompetentnih i razumevanje procesa za dobijanje proizvoda. Čitav niz interakcija i bogatstvo struktura karakterišu međusobne veze ovih entiteta u sklopu paradigme *i³ inženjeringa.* Potencijal koji krije u sebi *i³ inženjering* ogleda se u značajnom smanjenju vremena isporuke, smanjenju cene proizvoda i povećanju kvaliteta proizvoda.

U razvoju industrije korišćeni su u vremenu stalno novi koncepti, a sve sa ciljem da se ostvare viša produktivnost i fleksibilnost kroz automatizaciju procesa i ukupnog poslovanja. Fordov koncept masovne proizvodnje i primena transfer linija je vladala gotovo ceo prošli vek. Automobil kao mašina zapravo je promenilo svet [5]. Veliki preokret nastao je uvođenjem numeričkog upravljanja mašinama i izgradnja fleksibilnih tehnoloških sistema. To je bio nagli skok od “tvrde“ automatizacije na “meku“ automatizaciju koja je danas stvorila prostor za tehnologiju mekih proizvoda. Tada nastaje radikalna promena u odnosima između proizvođača i kupca. Dok je u prvom periodu proizvođač nametao svoj proizvod kupcu, nastao je period u kome sada živimo da kompanija mora da se maksimalno prilagodi zahtevima kupca. Takav je model kompjuterskih integrisanih tehnologija (CIM-koncept). Odatle je započeo proces nudenja novih paradigmi za industrijski održivi razvoj, kao sto su Lean-sistemi, agilni sistemi, rekonfigurabilni sistemi, autonomni sistemi i dr. Sve navedene doktrine u periodu od poslednjih 20 godina prošlog veka imale su u industriji SAD-a, Zapadne Evrope i Japana tri globalne strategije: (i) *menadžment totalnog kvaliteta*, (ii) *reinženjering industrije i društva*, i (iii) *poslovanje brzinom misli* [6]. *Danas se oganizacione, funkcionalne i poslovne promene u kompaniji odigravaju i unutar svaka tri meseca.* Znači da se radi o dinamičkom sistemu koji se graniči sa uspostavljanjem digitalnog nervnog sistema. Danas je glavni napor u poslovno-tehnološkom domenu usmeren u pravcu dualnog koncepta manufakturne i masovne proizvodnje koji nazivamo linovativna proizvodnja (Lean-production). Ovo japansko tajno oružje u globalnim automobilskim ratovima treba da revolucioniše industriju. Ovde sada navodimo uporedne karakteristike sadašnjeg modela fabrika i modela nove generacije fabrika, tabela 1.

<i>Sadašnja generacija fabrika</i>	<i>Nova generacija fabrika</i>
<i>Bazirana na iskustvu</i>	<i>Naučno zasnovano procesiranje znanja</i>
Automatski sistemi	Autonomni sistemi
Fiksni kapacitet	Promenljiv kapacitet
Tvrđi alati	” Meki alati ” i procesi bez alata
<i>Razvoj tehnoloških procesa zaostaje za zahtevima proizvoda</i>	<i>Razvoj tehnoloških procesa koji je ispred zahteva proizvoda</i>
Fiksna misija fabrike i opreme	Mogućnost reciklaže fabrike, opreme i svojine – lizing opreme
<i>Pojedinac daje svoj rad</i>	<i>Pojedinac daje svoj rad i znanje</i>
Ad-Hoc znanje i akvizicija znanja	Akvizicijom znanja se upravlja preko lanaca isporučilaca znanja
Doživotna oprema	Doživotna zaposlenost

Tabela 1. Osnovne karakteristike sadašnjih i budućih generacija fabrika

Uporedne karakteristike iz tabele 1 ukazuju na obrt i dubinu porekla samo ova dva “poseda“ inženjerske industrije, koji treba da obezbede konkurentnost i kooperativnost kroz stalni rast kompanije. Autor se u novoj knjizi “ Menadžment tehnologija [7] “ detaljno bavio ovom problematikom. Ako kroz neke navedene elemente o tehnologiji pokušamo da identifikujemo stanje tehnologija u mentalnom konceptu kod nas, onda dolazimo do zabrinjavajućeg zaključka. Taj zaključak je da je tehnološki nivo industrije zamrznut sa izrazitim procesom inflacije više od 15 godina. Ako se ovome doda stalna politička nestabilnost i razaranja NATO armade, onda je slika još poraznija. Postojeći ljudski resursi su gotovo onesposobljeni, dok je industrija pustinjska teritorija koja ne može da privuče nove generacije profesionalaca. Polazeći od svega ovoga u daljoj analizi pozabavićemo se nesto detaljnije ovim pitanjem.

4. INOVACIJE

Istraživanje i industrija su međusobno povezan rizik za ekonomski i održivi razvoj [8]. Već je dosta puta citirana proširena definicija D. Horning-a šta je inovacija, koju ovde ponavljamo: “*Inovacija je proces preko koga se novo znanje i umeće generiše i primenjuje u društvenim, ekonomskim i intelektualnim operacijama u društvu*”. Znači, inovacija je ono što treba da radimo, a to je da transferišemo nove ideje ili nove tehnologije u naše aktivnosti. Koliko su značajne inovacije pokazuje primer Evropske Unije koja je uspešna u istraživanju, ali je spora u inovacijama. To je slučaj i sa nama gde je ogroman jaz između istraživačkih i inovacionih programa u industriji. Autor je u [9] nudio koncizniju definiciju za inovaciju, koja glasi: “*Inovacija je proces prevođenja pronalaska (čitaj ideje) u ekonomiju*”. I pored značajnog broja inovacionih licenci koje je naša industrija posedovala, one nisu bile izložene stalnom inovacionom procesu, čime su kroz vreme inflatornom brzinom zastarjevale. Glavni inovacioni resursi u industriji su: *istraživanja i tehnološki razvoj, obučeni radnici, kupci i snabdevači, organizacija i konsultanti, marketing i proizvodnja*. Ako se ovde ima u vidu da se brzo menjaju scenariji pojedinih kompanija pod udarom demografskih promena, globalizacije sveta, nestajanja komparativnih prednosti i nestabilnosti koje su prisutne u svetu, onda i glavni inovacioni resursi treba da budu prilagodljivi tim promenama. Najveće inovacione udare treba očekivati u domenu tehnologija koje zapravo menjaju naš svet. To su sledeće tehnologije: *informacione tehnologije, transportni sistemi, očuvanje zdravlja, vasioni program, tehnologija materijala i njegovo oblikovanje, biotehnologija i čovekova sredina*. U cilju unapređenja inovacionih procesa potrebno je poštovati zeleni papir Evropske unije, koji govori o tome da treba jačati mobilnost istraživača iz njihovih centara prema industriji i obrnuto. On takođe insistira na jačanju interevropskih međunarodnih odnose između istraživačkih organizacija sa ciljem efektivne i nagle difuzije inovacija na lokalnom nivou, kao i na nivou same Unije.

5. MARKETING

Menadžment marketinga je jedna od baznih funkcija kompanije. *Marketing je generator za osmišljavanje proizvoda ili usluga, njihovu realizaciju i obezbeđenje drugog dela životnog ciklusa kroz funkcionisanje u korišćenju i konačno, njegovu reciklažu.* Ovde su od posebnog značaja dve funkcionalne celine: kupci i snabdevači.

U zanatskom društvu njegova tehnološka organizacija imala je: tehnološki segment (projektovanje, proizvodnja i nabavka) marketing korisnike (održavanje i rad, logistika), i prirodu-društvo (reklamacija, reciklaža otpada). Time je korisniku i prirodnom okruženju ostavljeno da rešava važne delove životnog ciklusa proizvoda. Drugim rečima, kompanija ti proda proizvod, a ti vidi šta ćeš dalje sa njim, kao što o tome treba da brine sredina (društvo) u kojoj se taj proizvod koristi.

Industrijalizacija društva dovodi do promene u raspodeli ovog "kolača odgovornosti" tako da je tehnološki segment odgovoran za projektovanje, proizvodnju, nabavku, marketing, rad sistema, održavanje, i logistiku. Korisnici proizvoda ili usluga su zaduženi za segment koji obuhvata delimično logistiku, rad sistema i održavanje i delom reklamacije. U trećem delu javljaju se po pravilu strani radnici koji rade na reciklaži otpada i delom na reklamacijama.

Društvo sa intenzivnim znanjem potpuno će zatvoriti ukupan krug naših aktivnosti, time što je kompanija odgovorna za sve periode životnog veka, dok će korisnici biti paralelno angažovani na radu sistema i održavanju, kao i njegovoj logističkoj podršci. Kreativna prodaja na taktičkom nivou obuhvata definiciju, identifikaciju, dokazivanje, prihvatljivost, želju i akciju, dok su za cenu procesa prodaje od značaja: prisutnost, interes, želja i akcija. Samo ubrzanje ovih promena određuje fabriku budućnosti. Sa jedne strane imamo nove tehnologije (proizvod-proizvodnja) a sa druge strane marketing, koji oblikuje samu proizvodnju. Nove tehnologije donose nagli porast mehanotronike u proizvodima i proizvodnji kao i povećano korišćenje novih IT-alata za projektovanje proizvoda i upravljanje proizvodnjom i kompanijom.

Marketing je sve više definisan skraćanjem životnog ciklusa proizvoda, individualizacijom proizvoda i internacionalizacijom tržišta. Pod uticajem tehnologije i marketinga, proizvodnja zahteva dramatičan porast u sledećim pravcima: (i) *broj varijantnih rešenja proizvoda* (1981-2000) porast 75%, (ii) *broj proizvodnih lokacija* (1991-2000) porast 53%, (iii) *učestanost izrade projekata za nove fabrike* (1995-2005) porast 300%, i (iv) *prihvatljivo trajanje izrade projekata za nove fabrike* (1995-2005) smanjenje 75%. *Fabrike budućnosti, a to je zapravo za nas od izuzetnog značaja, pošto je neophodan reinžinjeriing ovog kompleksa, definišu se na bazi proizvoda, kompleksnosti, dinamike, inovacija i konkurencije* [10].

Ono što je od posebnog značaja za održiv razvoj, jeste kako projektovati fabrike budućnosti na bazi rešenja kolaboracije i agilnosti. Kolaboracija obuhvata mrežnu strukturu sa sledećim čvorovima: (i) kombinovanje sopstvenih jezgara kompetentnosti sa onima koje imaju partneri unutar ili izvan kompanije, (ii) efektivno projektovanje i efikasne operacije distribuiranih proizvodnih lokacija, i (iii) povratna veza od operativnih iskustava za projektovanje novih proizvodnih lokacija. Agilnost je zapravo brz odgovor na promene u vremenu. Tako se u toku vremena dolazi do raskrsnice na kojoj se treba odlučiti za put stvarnog zahteva tržišta u odnosu na planirane-očekivane zahteve tržišta. Agilnost može da se objasni kroz sledeće zahteve: (i) fokusirati i brzo primeniti varijabilne procese, strukture i ponašanje, (ii) kontinualno i realno pratiti-reagovati adaptacijom i prihvatiti intervencije, (iii) samo-organizovanost i samo optimizacija proizvodnih jedinica, i (iv) harmonizacija proizvoda i proizvodnog životnog ciklusa.

Kako shvatiti fabriku budućnosti s obzirom na kolaborativnost i agilnost? Navodi se nekoliko karakteristika po ova dva kriterijuma. Kolaborativnost treba da omogući da se obezbedi idealan položaj između sledećih konfliktnih interesa: (i) snabdevača i proizvođača opreme, (ii) tržišta i konkurencije, i (iii) sopstvenih jezgara kompetentnosti. Agilnost je moguće uspostaviti kao menadžersku doktrinu ako se: (i) prihvate zahtevi u budućnosti (ograničenja, uticajni faktori), (ii) vrši izbor idealnog koncepta u odnosu na zahteve koji se u budućnosti postavljaju kompaniji u odnosu na specifične situacije, i (iii) izaberu adekvatne strategije za postepeni rast kompanije ili njeno smanjenje. Ako se posmatra tržišno orijentisana kompanija, od posebnog je značaja stalno povećanje njenog učešća na tržištu. Taj mehanizam je vrlo složen, dok se ovde nudi jedan prikaz ciklusnih petlji. Mehanizmi preko kojih se ostvaruje veće učešće na tržištu su: niže cene proizvoda, investiranje za dalje sniženje troškova, inovacije i servis kupcu. Svi ovi ingredijenti utiču na povećanje tržišta koje pak sa svoje strane vrši presing na smanjenje indirektnih troškova po jedinici proizvoda. Lep primer ovog pritiska tržišta je proizvod-mobilni telefon koji je prilikom prvog pojavljivanja koštao hiljada evra, a danas je ta cena znatno manja. Sigurno da su marketing i menadžment marketinga Ahilova peta naše industrije, pošto se primenjivao u zakrčljanim tržišnim uslovima sa dominantnim uticajem autoriteta države ili pojedinca. Prelazak na liberalni koncept tržišta pretpostavlja stvaranje nove generacije timova koji će raditi u marketingu i prodaji. Ali stalno treba imati na umu naviku da je kupac zapravo

gospodar vaše kompanije [13]. Ali isto tako kupac je nezaobilazni deo vaše kompanije, tj. koevolutioni model kupac-kompanija obezbeđuje važan udeo u održivom razvoju kompanije i šire ekonomije [11].

6. LEAN-OVATIVNA DOKTRINA

Polazeći od stanja naše industrije sa jedne strane, trendova u svetu sa druge strane i konačno strateškog cilja naše zemlje koji se odnosi na uključivanje u EU sa treće strane, može se konstatovati da se **mora** u našoj industriji primeni Linovativna doktrina za izlazak iz ove krize. To je doktrina koja je primenjena prvo u automobilskoj industriji u domenu proizvodnih programa, dok je danas prisutna u drugim industrijskim granama kao totalna menadžerska doktrina. *Osnovna odlika Linovativne doktrine je da predstavlja kompromisnu simbiozu koncepta manufakture i koncepta masovne proizvodnje u novi koncept post-masovne proizvodnje.* Linovativna doktrina ima uticaj na poslovnu strategiju i merenje razvoja tehnologija za projektovane fabrike. Glavni atributi za tri industrijske revolucije mogu da se uporede na način, kako je to dato u tabeli 2.

<i>Atributi</i>	<i>Prva industrijska revolucija / radionica</i>	<i>Druga industrijska revolucija / Ford masovna proizvodnja</i>	<i>Treća industrijska revolucija / Toyota proizvodni sistem – Lean tehnologija</i>
<i>Layout fabrike</i>	Odeljenja	Odeljenja	Ćelija
<i>Proizvodnja</i>	<i>Na bazi porudžbine</i>	<i>Predviđeni zahtevi</i>	<i>Na bazi porudžbine</i>
<i>Proizvodni troškovi prema kupcu</i>	Visoki	Niski	Srednji – određeni tržištem
<i>Kapitalne investicije</i>	Umerene	Velike	Umerene
<i>Broj proizvoda (fleksibilnost)</i>	<i>Mnogo</i>	<i>Nekoliko</i>	<i>Mnogo</i>
<i>Radnici</i>	Visokog umeća	Taylor-ski pristup	Multifunkcionalni
<i>Usmerenost na automatizaciju</i>	<i>Bez automatizacije</i>	<i>Eliminisanje direktnih radnika</i>	<i>Čovek-mašina interface</i>
<i>Zadovoljenje kupca</i>	Marginalno	Marginalno	Izvršno
<i>Odgovornost</i>	Umerena	Slaba	Izvršna

Tabela 2. Osnovni atributi industrijskih era

Ako se uporede masovna proizvodnja (druga industrijska revolucija) sa Lean doktrinom (treća industrijska revolucija) dobijamo sledeću sliku razlika i sličnosti, tabela 3.

<i>Masovna proizvodnja</i>	<i>Lean doktrina</i>
<i>Usmerena prema proizvodu</i>	<i>Usmerena prema kupcu</i>
<i>”Trkač” za pozicijama kojih nema</i>	<i>Novi informacioni sistem</i>
<i>Nefleksibilnost prilikom promocije novog modela</i>	<i>Ćelije proizvode familije delova</i>
<i>Specijalizovana oprema</i>	<i>Ona oprema koja daje željeno taktno vreme</i>
<i>Upotreba tvrde i kompletne automatizacije čiji je cilj smanjenje broja radnika</i>	<i>Polu-automatizacija u simbiozi ljudi i mašina da rade ono što najbolje znaju</i>
<i>Sistem računovodstva je postavljen da eliminiše direktnu radnu snagu (operativni koncept)</i>	<i>Sistemska pristup troškovima</i>
<i>Ekstremna podela posla</i>	<i>Povećati ciklusno vreme, obogaćivanje posla</i>
<i>Nezadovoljni radnici, visok promet</i>	<i>Posao i zadovoljstvo. Duboko uvažavanje mogućnosti radnika da rešavaju probleme i fleksibilnost</i>
<i>Više proizvode i mogu više da prodaju</i>	<i>Mogu da prodaju samo ako ljudi žele taj proizvod</i>
<i>Novi proizvodi – napravi i predviđaj</i>	<i>Proizvodi po zahtevu kupca</i>
<i>Vertikalna integracija organizacije</i>	<i>Horizontalna – modularna kompanija</i>

Tabela 3. Poređenje masovne / Lean proizvodne doktrine

Očigledno je da je neophodan veliki skok da se iz masovne pređe u postmasovnu - Lean-doktrinu po gotovo svim navedenim pokazateljima. Važne komponente ovih promena koje vode prema Lean-ovativnoj proizvodnji su: (i) eliminisati škart, (ii) ćelijsko povezivanje proizvodnje, (iii) kupčevo taktno vreme, (iv) fleksibilnost (obim i mix), (v) tok materijala-uravnoteženje završne montaže, (vi) pull-bazna proizvodnja, (vii) fokusirati se na sistem a ne na operaciju, (viii) brzo izvršenje promena, (ix) dobro dimenzionisanje mašina, (x) odvojiti radnika od mašine, (xi) kvalitet na radnim stanicama, (xii) usredsrediti se na ljude, (xiii) koristiti ukupne troškove, i (xiv) stalno poboljšanje. Ovo su samo neki od atributa i karakteristika Lean-ovativne doktrine za projektovanje proizvodnih sistema [12]. Lean-ovativna proizvodnja bazira se na globalnoj mreži razvoja i vrši značajan uticaj na proizvodne sisteme. Pri tome treba imati na umu sledeće: (i) današnje strategije predstavljaju budućnost sutrašnjice, (ii) polazna osnova se crpi iz prošlosti, (iii) treba uvek tražiti strateški odgovor, (iv) treba da postane preovlađujuća paradigma, (v) glavni resurs je znanje, (vi) uspostavljanje nove organizacije, i (vii) istražiti glavne elemente za njenu primenu. Lean-ovativna doktrina je najširi koncept za jednu kompaniju i odnosi se na domene ekonomije, tržišta i tehnologije. U domenu ekonomije respektuje se postojanje globalne ekonomije i uspostavljeno tržište kapitala. Ekonomska doktrina omogućuje konkurenciju sa rivalima koji nude proizvode sa nižim cenama, ruši regionalni protekcionizam, i koristi za svoju bazu informacije-kompjuter-tehnologiju (ICT-sistem). Domen tržišta obuhvata sledeće važne pretpostavke: (i) globalizaciju tržišta, (ii) ponuda više varijantnih i prilagođenih proizvoda prohtevima korisnika, (iii) masovno prilagođavanje potrebama pojedinaca, proizvodi se sastoje od više specijalizovanih segmenata, (iv) ostvariti manju razliku u ceni od konkurencije, (v) uvažiti činjenicu da imate posla sa odlično informisanim kupcem, i (vi) vaši agenti i navigatori treba da obezbede informacije kupcu gde može da nađe vaš proizvod.

Tehnologija predstavlja jezgro Lean-ovativne doktrine. Na njoj se gradi ukupna zgrada kompanije. U domenu tehnologije potrebno je obezbediti novi talas inovacija, kratak razvojni ciklus proizvoda, informacione tehnologije, menadžment znanja na bazi kompjutera, odgovarajuće tehnologije za nove proizvode, mašina-čovek automatizacija u proizvodnji, kao i fleksibilni proizvodni sistem koji povezuje ćelijsku strukturu pogona.

Ukratko se navodi program rada kroz odgovarajuće strategije na razvoju i uvođenju Lean-ovativne doktrine, koji obuhvata četiri strateška odgovora, a to su: (i) **struktura-strateški odgovor 1**: (a) globalizacija, (b) globalna podela rada – bira se mesto gde neki deo ili sklop može najbolje da se uradi, (c) odrediti razmere globalne ekonomije, (d) razmeštaj proizvodnje, razvoj proizvoda i menadžment, (e) usredsrediti se na srž konkurentnosti, (f) uspostaviti virtualnu, holonsku i mrežnu strukturu; (ii) **poslovna misija - strateški odgovor 2** : (a) branding – vaše poimanje proizvoda, (b) usredsrediti se na funkciju proizvoda. Funkcija proizvoda se posmatra u odnosu na tržište koje treba da ga apsorbuje, zatim se utvrđuje proizvodni sistem koji izrađuje proizvod, dok se na trećem nivou razmatraju potrebni ljudski resursi. Srž konkurencije nije prema mogućnosti proizvodnje već , u nuđenju superiornih funkcija proizvoda, i (c) tehnologija integracije sistema koji è ini proizvod i sistem, podsistem, komponenta obezbeđuje uspešnu realizaciju poslovne misije; (iii) **razvoj proizvoda – strateški odgovor 3**: (a) kratko ciklusno vreme, (b) ekonomija u odnosu proizvod / razvoj proizvoda, (c) platforma proizvoda i izgradnja na njoj varijantnih rešenja, (d) izvor znanja je organizaciona kategorija, i (e) razvoj proizvoda je 70% izvan kompanije. Ovo je suština ove strategije; i (iv) **proizvodni sistem – strateški odgovor 4**: (a) snabdevači kao deo virtuelne fabrike, (b) čovek – mašina automatizacija u proizvodnji, (c) humanizacija u proizvodnji (Toyota model), (d) prethodno je potrebno da se ostvare koncepti "0" greške i JIT (Just-in-time).

Polazeći od svega ovoga Lean-ovativna kompanija ima sledeće karakteristike: (i) snabdevači – obezbediti potrebe od snabdevača. Najbolji izvori snabdevača su u globalnom sistemu, (ii) razvoj proizvoda se oslanja na snabdevače, unutrašnje funkcionisanje kompanije, odluke strateškog menadžmenta koji definiše viziju i ciljeve, kao i hijerarhiju i upravljanje podacima kompanije, (iii) distribucija se odigrava u agresivnom tržištu, kupac se uključuje u sistem proizvoda, korišćenje operativnih alata kao i postojanje informacionog sistema su pretpostavke distribucione aktivnosti, (iv) kompanija može da se naslika kao globalna. Pripada mreži sa okruženjem, ima svoju strukturu znanja, bira najbolje globalne partnere, učestvuje u razvijenoj multi mreži zavisno od toga šta želi da dobije iz te mreže, (v) robusnost strategije kod Lean-ovativne kompanije veća je u odnosu na kompaniju koja ima masovnu proizvodnju. Ova robusna strategija treba da obezbedi bogate rezultate, postavlja inperativni razvoj, da postoji logika nedostatka izvora po vertikali i horizontali u kompaniji, zajedništvo sa snabdevačima, visoka lojalnost novome, rešavanje integracije i konfrontacije i drugo.

Lean-novativna kompanija zahteva novu organizaciju na nivou korporacije i menadžmenta, a to su: (i) korporacija je kreator vrednosti, obezbeđuje funkcije i obećava nove sadržaje, (ii) menadžment je graditelj

sistema, graditelj mreže i ugovarač resursa, i (iii) organizacija obuhvata mrežu, projektovanje organizacije, i formira vrh organizacione strukture.

Lean tehnologija je termin lansiran od MIT (Masachusettski Institut Tehnologije) i IMVP–Međunarodni program vozila (International Motor Vehicle Program) čiji su rezultati sumirani u knjizi "Mašina koja je promenila svet" [5], koja obrađuje razliku u performansi kompanija sa tradicionalnom masovnom proizvodnjom i Toyota proizvodni sistem – Lean tehnologija. Ovaj sistem je nastao pre 40 godina, a njegov razvoj je trajao oko 20 godina. Danas je to prestižna tehnološka paradigma u industriji inženjerskih proizvoda. Imajući sve izloženo u vidu, autor zato smatra da inženjering domaće industrije treba da se bazira na Lean – otivnoj doktrini.

7. EPILOG - ŠTA ĆE BITI SA NAŠOM INDUSTRIJOM?

Pre nekoliko godina govoreći o stanju domaće industrije, pokušali smo da to objasnimo kroz Hirošima efekat. Danas je očigledno da je tadašnja dijagnoza stanja ostala bez odjeka. Zatim je kroz "Intelektualni kapital [14]" data jedna moguća strategija izlaska iz dubokog industrijskog kolapsa kod nas, dok se u svetu ostvaruje industrijski održivi razvoj. Sa tom knjigom je upoznat širok krug ljudi raznih profesija, a najviše onih iz inženjerske branše. Knjiga je ponudila brojne strateške opcije za izlazak naše sredine iz inflatornog zaostajanja čak i u odnosu na najbliže okruženje. Danas već više od godinu dana jedan nezavisni ekspertski tim sačinio je projekat juna 2001. godine : “ *Stanje i mogućnosti privrede Srbije u industriji sa posebnim osvrtom na mašinogradnju, EPS, telekomunikacije i informatiku* “. Ovaj materijal je imao za cilj da ponudi Vladi Srbije elemente za formiranje praktičnog programa održivog razvoja privrede Srbije. Na inicijativu radne grupe G17 plus sa grupom spomenutog ekspertskeg tima sačinjen je projekat : “ *Strategija razvoja proizvodnje alatnih mašina i alata u SRJ* “. Sudbina ove studije nije poznata. Posebna studija je sačinjena na temu “ *Reinženjering industrije inženjerskih proizvoda – metaloprerađivačka industrija Srbije* “. Po zadatku Vlade Srbije formiran je ekspertski tim koji je izgradio “ *Program poslovno – finansijske konsolidacije LOLA Korporacije* “. koji je završen i predat novembra 2001 godine. Po tom projektu je izvršena transformacija LOLA korporacije u LOLA Sistem sa 1280 zaposlenih. Ova godina je godina konsolidacije.

Vlada Republike Srbije tj. Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj pokrenula je projekat: “*Strategija industrijskog razvoja Srbije do 2010 godine*”, koji je posle jedne radne verzije preradila sa ekspertskim timom od preko 380 stručnjaka . Uža ekspertska grupa sačinila je projekat : “ *Strategija privrednog razvoja Srbije do 2010 godine*“ marta 2002 godine. Ovaj projekat obuhvata 23 privredna sektora. Učinićemo samo dve opaske na ponuđenu strategiju : prva opaska je metodološke prirode i odnosi se na izbor strateških pravaca na bazi privrednog sektora, a ne na bazi izabranih mega programa za uvođenje Srbije u Evropsku uniju do 2010 godine. U toj Strategiji se ističe da Strategija razvoja treba da obezbedi Srbiji da 2010 godine dostigne privredni nivo iz 1989. godine. Kao da je zaboravljen vremenski fenomen “efekat bliznaca”. Druga opaska se odnosi na utvrđivanje nedostataka kadrova koji je naveden kroz profesionalnu strukturu i predviđa da je ukupno za ova 23 sektora potrebno 32.305 (kakva preciznost!) profesionalaca i 7000 proizvodnih radnika, dok je za celu privredu taj nedostatak 38.500 profesionalaca i opet 7000 proizvodnih radnika. Da li univerziteti, više i srednje stručne škole danas imaju taj kapacitet i prolaznost da obezbede ove ljudske resurse? Jedan novinar u listu “ Politika “ tvrdi da imamo suviše visoko obrazovanih ljudi i da je 400 doktora svih naučnih profila mnogo za jednu Srbiju. To tvrdi čovek koji je radio u Ministarstvu za obrazovanje, a i sam je doktor nauka. On takođe kaže da imamo super produkciju doktora! Međutim mi danas imamo činjenicu da se mlade generacije sve manje opredeljuju da studiraju na tehničkim fakultetima. Na ovaj način se smanjuje tehnička inteligencija u Srbiji.

Pre nekoliko dana jedan od učesnika u projektovanju našeg ekonomskog razvoja, tvrdio je da Srbiji nije potrebna industrija. Drugi je rekao, da će se otpustiti 400.000 radnika, ali zaposliti novih 1.000.000 ljudi kroz mala i srednja preduzeća. Ako je tačno da će se zaposliti milion ljudi u MSP, onda je potrebna milijarda dolara, pod uslovom da otvaranje jednog radnog mesta košta samo hiljadu dolara. Koliko je za poslednje dve godine investirano u MSP? Ali ako su u to MSP u domenu industrije, ova suma za jedno radno mesto je smešna. Dalje se tvrdi da velika preduzeća treba rasformirati, jer nemaju nikakvu perspektivu. Tu se odmah postavlja pitanje, kakva će klasterska konfiguracija u MSP biti ako nema domaćih velikih preduzeća? Domaća velika preduzeća sa programima od vitalnog značaja za održiv ekonomski rast su po pravilu kišobran za ogroman skup MSP koja ujedno konkurentski omogućuje rast i samih velikih preduzeća. Jednostavno, Srbija ne može da opstane kao zemlja ako nema jaku tehnološku kičmu. Navedimo primer koncerna Škoda, koji je svoj automobilski program vezao za Nemački Folkcvagen ali je zadržao svoj znak i

radi gotovo jedna trećina domaćih stručnjaka. Kakav je model za Zastavu? Ni to ne znamo. Za kombinat iz Bora čuli smo da će se baviti stočarstvom.

Kao zaključak se nameće da mi nemamo nacionalnu strategiju za opstanak industrije na fundamentu novih tehnologija. *Dobar deo razloga treba tražiti u činjenici da u Srbiji i njenoj najširoj strukturi vlasti i nevladinim organizacijama, nema inženjerskog profila stručnjaka, što do sada nikad nije bio slučaj. Ovaj luksuz ni jedna zemlja ne može sebi da priušti.* Na kraju želim da spomenem opservaciju jednog inženjera, koji je posetio jednu fabriku u Beogradu, koja je pre 30-ak godina bila na samom tehnološkom vrhu u svojoj oblasti. Taj kolega mi je rekao da mu je ta fabrika izgledala kao ambijent iz 19.veka iz doba Čarlsa Dikensa. *Šta nam treba činiti?*

w8. Reference

- [1] Druker, P., *The practice of Management*, Pan Piper, London, 1970.
- [2] Williams, G., Miller, R., *Chance the Way Low Persudae*, Harvard Business Review, May, 2002.
- [3] Leibinger, B., *Production Technology in Global Competetion*, AWK Aachener Werkzeugmaschinen Kolloqviium, Aachen, 2002.
- [4] W.Eversheim, W., *With e-Engineering to i**3 Engineering*, AWK Aachener Werkzeugmaschinen Kolloqviium, Aachen, 2002.
- [5] Wolmack, J., Jones, D., Roos, D., *The Macine That Change the World*, Harier Perennial, 1990.
- [6] Gejts, B., *Poslovanje brzinom misli*, Prometej, Novi Sad, 2001.
- [7] Milačić, V., *Menadžment tehnologija*, Prometej (u štampi), Novi Sad, 2003.
- [8] Denti, E., *Research and Industry – A Joint Venture for Economical and Sustainable Growth*, 46th CIRP General Assembly, 1996.
- [9] Milačić, V., *Proizvodni sistemi I – Tehnologija inovacija*, Mašinski fakultet, Beograd, 1990.
- [10] Reithofer, N., *Factories of the Future – Cooperative and Agile*, AWK Aachener Werkzeugmaschinen Kolloqviium, Aachen, 2002.
- [11] Goldmann, H., *How to Win Customers*, Dah Books LTD, London, 1971.
- [12] Kochran, D., *Lean Production System Design*, Cambridge, MA, 2000.
- [13] Majstorović, V., *Model menadžmenta totalnim kvalitetom*, Poslovna politika, Beograd, 2001.
- [14] Milačić, V., *Intelektualni kapital*, Mašinski fakultet, Beograd, 2000.

MANAGEMENT @ TECHNOLOGY @ MARKETING-DOCTRINES @ PEOPLE OR REQUIREMENTS FOR NEW GENERATION FACTORIES

Summary: *The analysis of three key pillars of society transition and technological civilization on which sustainable development is based, is presented in this work. Those pillars are: (i) management and managers, (ii) technology and innovations and (iii) marketing. In regard to this, in the end Lean-doctrine is suggested, as an optimal strategy for our industry's way out of the crisis with which it is now faced.*

Key words: *Sustainable Development, Management, Technology.*

29. JUPITER KONFERENCIJA
29th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



22. simpozijum

CIM U STRATEGIJI TEHNOLOŠKOG
RAZVOJA INDUSTRIJE PRERADE METALA

Beograd, februar 2003.

**CIM U STRATEGIJI TEHNOLOŠKOG RAZVOJA
INDUSTRIJE PRERADE METALA**
CIM IN THE STRATEGY OF TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENT OF METALWORKING INDUSTRY

Banković, M., Gajić, V. INFORMACIONI SISTEM LOGISTIČKE KONTROLE.....	1.1
Damjanović, B., Tomić, Z. SPREGA KORISNIČKI DIZAJNIRANIH RELACIONIH BAZA PODATAKA SA PARAMETARSKIM CAD SISTEMIMA	1.25
Herman, K., Spasić, Ž. INTEGRISANO PRAĆENJE PROIZVODA U EKSPLOATACIJI- INFORMACIONA INTEGRACIJA SA PARTNERIMA I KUPCIMA.....	1.5
Milanović, D. PROBLEMI I MOGUĆA REŠENJA PRIMENE RAČUNARA U PREDUZEĆIMA	1.9
Obradović, I., Radiša, R., Đapić, M KONCEPT CIM SISTEMA ZA OBRAZOVANJE.....	1.13
Radojević, Z. ZNAČAJ CIM SISTEMA U U USLUGAMA PROIZVODNIH SISTEMA.....	1.17
Stefanović, N., Arsovski, S., Stefanović, D. INFORMACIONA PODRŠKA UPRAVLJANJU LANCIMA SNABDEVANJA	1.21
Vasiljević, D. INFORMACIONA INTEGRACIJA LANCA SNABDEVANJA.....	1.29
Veljković, B., Mijović, V. OPISYS - PLATFORMA ZA IZGRADNJU INFORMACIONIH SISTEMA	1.33
Vučković, D., Pilipović, M. VIRTUALNA PROIZVODNJA U PROIZVODNJI CILINDARSKIH SKLOPOVA	1.37

[← NAZAD](#)



M. Banković¹, V. Gajić²

INFORMACIONI SISTEM LOGISTIČKE KONTROLE

Rezime: *Logistički koncept funkcionisanja preduzeća integriše različite faze u distributivnom ciklusu od nabavke do prodaje, preko različitih parcijalnih funkcija (upravljanje porudžbinama kupaca, transport, skladištenje, upravljanje zalihama itd). Da bi se uopšte moglo govoriti o logistici, robni tokovi moraju biti učinjeni "vidljivim", tojest praćeni i upravljani posredstvom informacija organizovanih u svrsishodan informacioni sistem. Cilj ovog rada je izveštavanje o izgradnji "informacione piramide" koja na "vrhu" sadrži informacije za strateški menadžment. Informacioni sistem se razvija za potrebe i na primeru "NIS-NAP" Novi Sad, a može poslužiti i kao model za slična preduzeća.*

Ključne reći: 1. Upravljanje; 2. Logistika; 3. Kontrola; 4. Informacioni sistem.

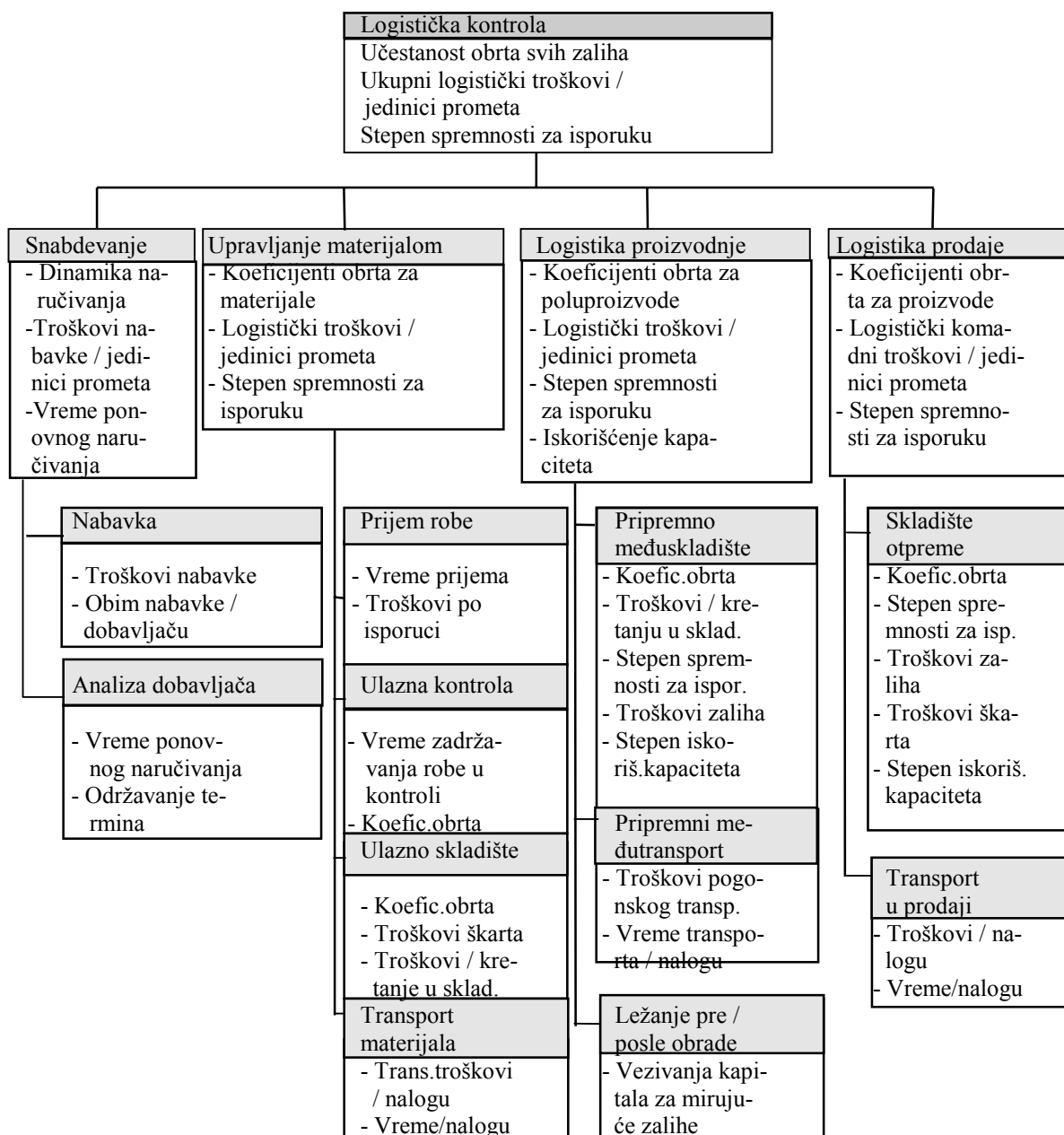
1. UVOD

U većini jugoslovenskih preduzeća, sistem informisanja poslovnog rukovodstva zasnovan je na veoma malom broju informacija sistemskog karaktera. Informacije u opticaju su pretežno manuelne izrade, sa svim atributima te tehnologije. Informacije su parcijalne, strukturisane po oblastima i organizacionim celinama a ne po poslovnim procesima. Takve informacije su često međusobno protivurečne i izazivaju zabune, dezinformisanost i u krajnjem ishodu nekvalitet poslovanja. Jedan od mogućih načina za prevazilaženje tog ozbiljnog problema je implementacija logističke koncepcije. Savremeno shvatanje logistike opisuje je kao "sistem aktivnosti koje omogućavaju oblikovanje, projektovanje, usmeravanje, vođenje i regulisanje protoka roba (materijala, proizvoda), energije i informacija unutar sistema i između sistema". [5] Tokom 60-ih godina 20. veka logistika kao koncept integracije procesa distribucije robe dobija svoje mesto u teoriji i praksi upravljanja preduzećima - u brojnim naučnim radovima se uočavaju tri pristupa: koncept fizičke distribucije (Physical Distribution Management), koncept rukovanja materijalima (Materials Management) i poslovna logistika (Business Logistics). U zadnjih nekoliko decenija dominira koncept poslovne logistike koji označava "način upravljanja svim aktivnostima koje se odnose na premeštanje i skladištenje sirovina, poluproizvoda, ostalog materijala i gotovih proizvoda između proizvodnih pogona, od nabavke sirovina do prerade, odnosno od proizvođača do potrošača". Koncept poslovne logistike omogućava potpunu integraciju sistema distribucije, obuhvatajući kao međusobno povezane aktivnosti i elemente: lokacije proizvodnih pogona i skladišta; nabavku (snabdevanje); pakovanje; kontrolu proizvodnje; rukovanje materijalima; skladištenje i kontrolu zaliha; transport; obradu porudžbina kupaca; kanale distribucije; informacioni sistem. [7] Da bi se uopšte moglo govoriti o logistici, robni tokovi moraju biti učinjeni "vidljivim", tojest praćeni i upravljani posredstvom informacija organizovanih u svrsishodan informacioni sistem. Posebna pažnja mora se posvetiti integraciji informacionog sistema kroz praćenje (monitoring) i upravljanje robnim tokovima posredstvom informacija koje informacioni sistem treba da stvara (logistička kontrola). Informacioni sistem logističke kontrole, s druge strane, mora se razvijati tako da objedinjuje rad logističkih funkcija, obuhvatajući sva relevantna obeležja poslovanja (slika 1).

Logistička koncepcija u svom baznom obliku pretpostavlja da postoji dovoljno veliki broj procesa koji se ponavljaju. Stalnost učestanosti pojave je mera učestanosti primene ovih pravila a tržišni period je mera za trajanje primene. Vrednost je izraz važnosti rezultata odnosno potencijala za racionalizaciju.

¹ Dr Miroljub Banković, dipl.ing, Viša tehnička škola u Kragujevcu, tel. (034)381-418, e-mail: bankmiro@yahoo.com

² Prof. dr Vladeta Gajić, dipl.ing, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, tel. (021)450-087, e-mail: riki@ptt.co.yu



Slika 1: Obeležja poslovanja u logističkoj kontroli

2. OSNOVE INFORMACIONOG SISTEMA LOGISTIČKE KONTROLE

U projektovanju informacionog sistema logističke kontrole polazi se od prethodno definisane strukture aplikacija AOP-a za potrebe logističkih i tangentnih funkcija [2]. Pokretanjem softverskog paketa "Logistička kontrola" dobija se ekran:

LOGISTIČKI INFORMACIONI SISTEM - Logistička kontrola	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Izvršenje planova 2. Snabdevanje i zalihe 3. Protok materijalnih dobara 4. Realizacija porudžbina kupaca 5. Logistički pokazatelji (LOGPOK) 	Izbor: <input style="width: 50px;" type="text"/>

2.1 Izvršenje planova

Aplikacija "Izvršenje planova" sadrži skup informacija koje se prikazuju posredstvom ekrana na monitoru računara a omogućavaju uvid u realizaciju planova plasmana (nabavke i prodaje) i, posebno, uzroke zastoja i vremenskih gubitaka u procesu snabdevanja tržišta. Informacije o realizaciji planova plasmana mogu se raditi na nivou datuma (presek do konkretnog datuma) ili zadatog vremenskog intervala (unosom početnog i krajnjeg datuma), sa aspekta konkretne ili svih roba, jednog ili svih učesnika (organizacione celine) u procesu plasmana. Informacija o izgubljenom vremenu i uzrocima gubitaka se može dobiti za datum/period (svi uzroci) ili sa aspekta određenog uzroka nastanka vremenskih gubitaka.

2.2 Snabdevanje i zalihe

Ovom aplikacijom omogućen je skup upravljačkih informacija koje pokrivaju oblast snabdevanja i zaliha. Omogućava se praćenje i upravljanje nivoom zaliha robe u odnosu na dinamiku plana plasmana odnosno potrebe kupaca iskazane kroz porudžbine, praćenje efekata politike zaliha u zadatom vremenskom periodu iskazanih kroz viškove/manjkove, poseban uvid u asortiman i obim zaliha pozicija kritičnih za kontinuitet snabdevanja tržišta, kao i on line informisanje o realizaciji procesa snabdevanja praćenjem relacije "potrebno - naručeno - isporučeno od strane dobavljača - proizvedeno" na nivou datuma, dobavljača i/ili pozicije robe.

2.3 Protok materijalnih dobara

Aplikacija "Protok materijalnih dobara" omogućava da se, za tekući ili zadati datum odnosno mesec dobije ekranska informacija o:

- ukupnom ulazu i izlazu robe po skladištima (za konkretno ili sva skladišta / konkretnu ili sve šifre robe);
- isporuci robe kupcima (za konkretnog ili sve kupce / konkretnu ili sve šifre robe, realizovana isporuka apsolutno i u odnosu na porudžbine).

2.4 Realizacija porudžbina kupaca

Ova grupa upravljačkih informacija izvodi se iz podataka o porudžbinama kupaca i njihovih relacija sa podacima u domenu snabdevanja i skladištenja. Informacije se odnose na strukturu (MIX) roba u porudžbinama koje još nisu realizovane (omogućava se adekvatno planiranje), uvid u realizaciju porudžbina (ukupno ili na nivou kupca) urejen po kritičnosti (opadajućoj starosti porudžbina) i (na nivou konkretne porudžbine, robe, kupca ili ukupno) pregled porudžbina po fazama realizacije, počev od tek prispelih do realizovanih porudžbina (uključujući disponiranje, nabavku, skladištenje, čekanje na isporuku).

2.5 Logistički pokazatelji (LOGPOK)

Izborom ove aplikacije dobija se novi format izveštaja:

LOGISTIČKI INFORMACIONI SISTEM - Logistička kontrola

Logistički pokazatelji

1. Opšti podaci i pokazatelji
2. Pokazatelji i izmeritelji produktivnosti
3. Pokazatelji i izmeritelji ekonomičnosti
4. Pokazatelji i izmeritelji kvaliteta

Izbor:

Opšti podaci i pokazatelji obuhvataju transakcije: Podaci o voznom parku (osnovni podaci o vozilima, vozila i osoblje spremni za rad), Davaoci usluga / dobavljači (dugovanja/potraživanja), Održavanje transportnih sredstava (intervencije po vozilima i neispravnostima, izgubljeni radni sati, vozila na održavanju, radni nalozi u toku), Prihodi i troškovi (kumulativ za period).

Pokazatelji i izmeritelji produktivnosti obuhvataju pokazatelje rada i pokazatelje održavanja. U okviru pokazatelja rada se, za uneti period, dobijaju izveštaji, npr. o prevozu robe i ostvarenim rezultatima u transportu, troškovima po vozilima, realizaciji po robama, vozilima i utovarnim mestima i sl. Takođe se izračunavaju koeficijenti iskorišćenja voznog parka, skladišnog prostora itd. U okviru pokazatelja održavanja se za uneti period dobijaju prosečne vrednosti vremena na održavanju, statistika održavanja po vrstama kvarova, po vozilima i radnim mestima, izračunavaju se koeficijenti tehničke ispravnosti p vozilima i sl.

Pokazatelji i izmeritelji ekonomičnosti su sadržani u on line transakcijama koje prikazuju, za uneti period, prosečne vrednosti amortizacije po vozilu, jedinične i prosečne direktne i indirektno troškove transporta, održavanja i skladištenja u odnosu na jedinicu izvršenog rada, ostvarene prihode po vozilima, radnim mestima, utovarnim punktovima i skladištima, kao i (koristeći podatke iz knjigovodstva) procentualno učešće logističkih troškova u ukupnim troškovima preduzeća.

Pokazatelji i izmeritelji kvaliteta predstavljaju grupu on line transakcija koja, za uneti period, daje informacije o (npr.) koeficijentima neravnomernosti zahteva i radnih naloga u logistici, stepenu neizvršenja radnih naloga, broju neizvršenih radnih naloga, broju reklamacija na logističke poslove i zadatke, ocene kvaliteta rada u podsistemu logistike, odnose planskih i realizovanih parametara rada i troškova. Osim toga, ova grupa transakcija omogućava i izračunavanje prosečnih troškova nekvaliteta (danguba, čekanje, viškovi/manjkovi, kašnjenja u logističkom lancu...), informaciju o učestanosti grešaka u pojedinim logističkim segmentima po uzročnicima itd.

3. ZAKLJUČAK

Informacioni sistem logističke kontrole opisan u ovom radu predstavlja sastavni deo logističkog informacionog sistema, koji pokriva na operativnom i (delimično) taktičkom nivou logističke funkcije u preduzeću. Da bi se izgradio sistem logističke kontrole, informacije iz logističkog informacionog sistema treba prilagoditi višem nivou apstrakcije i ad hoc potrebama kojima se odlikuju informacioni zahtevi menadžmenta, koristeći prevashodno već postojeću logističku bazu podataka. Kompletne informacije o tome sadržane su u Idejnom i Glavnom projektu logističkog informacionog sistema "NIS-NAP" Novi Sad (LOGIS) u čijoj su izradi autori aktivno učestvovali.

LITERATURA

- [1] Banković M., Gajić V., (2002), Glavni projekat logističkog informacionog sistema "NIS - NAP" (LOGIS), Novi Sad
- [2] Gajić V., Banković M. (2002), Logistički zasnovan koncept informacione integracije preduzeća, Zbornik radova savetovanja "Jupiter 2002", Beograd
- [3] Martin J. (1991), "Systems Application Architecture: Common User Access", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
- [4] Pfohl H.Ch. (1990), "Logistik - systeme", Springer Verlag, Berlin
- [5] Perišić R., "Savremene tehnologije transporta" I, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1985.
- [6] Smith S.B., (1989), "Computer based Production and Inventory Control", Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
- [7] Van Buijtenen P.M., (1976), "Business Logistics", Martinus Nijhoff, The Hague

A LOGISTIC CONTROLLING INFORMATION SYSTEM

Abstract: *A logistic concept in enterprise function integrates different phases in cycle of distribution from procurement to sales, including diverse partial functions (customer purchase orders management, transportation, warehousing, inventory management etc). To become able to speak about logistics, the flows of goods are to be done "visible", e.g. to be tracked and managed by use of information organized in an appropriate information system. The goal of this paper is to inform about an "information pyramid" building, which "at the top" contains strategic management information. Information system is in development phase for the needs and in the case of "NIS-NAP" Novi Sad, and can be used as a model for similar enterprises.*

Key words: 1. Management; 2. Logistics; 3. Controlling; 4. Information system.



K. Herman, Ž. Spasić¹

INTEGRISANO PRAĆENJE PROIZVODA U EKSPLOATACIJI – INFORMACIONA INTEGRACIJA SA PARTNERIMA I KUPCIMA

Rezime

Praćenje proizvoda u eksploataciji je segment poslovanja koji svaki poslovni sistem mora da poseduje ako želi da zadrži i da poboljša svoj položaj na tržištu proizvoda. Potrebno ga je projektovati kao CIM podsistem sa CIM modulima. Imperativ koji se postavlja je integracija sa drugim CIM podsistemima, posebno sa podsistemom za održavanje i dijagnostiku. Integrisano praćenje proizvoda u eksploataciji karakteriše velika potreba implementacije novih tehnologija kao što su internet, internet alati, savremena senzorska tehnologija, nove komunikacione tehnologije i integrisane baze podataka.

1. UVODNE NAPOMENE I POSTAVKA PROBLEMA

Praćenje proizvoda u eksploataciji predstavlja segment poslovanja koji obezbeđuje povratne informacije o proizvodu posle plasiranja kod kupca i partnera.

Ova aktivnost poslovanja se nalazila na marginama interesovanja u preduzećima u našem okruženju. Pokušaji uređenja ovog polja su se zasnivali na praćenju eksploatacije sa inženjerskog aspekta samo zbog potreba otklanjanja funkcionalnih nedostataka proizvoda. Postojalo je pravilo, da za sve proizvode za koje ne postoje uputstva ili preporuke za održavanje ne postoji ni potreba za bilo kakvim praćenjem u kasnijoj eksploataciji. Generalno, oblast nije dovoljno tretirana zbog toga što korisnik, kupac nije imao mesto koji zaslužuje i koje bi trebalo da mu pripada.

Prelaskom na novi način poslovanja i novi vid tržišnih odnosa kupac dobija na značaju i postaje onaj koji diktira odnose ponude i tražnje. Negiranje potrebe za praćenjem eksploatacije treba da bude zamenjeno sa velikim ulaganjem u ovu oblast. Ovo je posebno važno zato što je ova oblast visoko razvijena u zemljama gde je tržišna ekonomija dugo zastupljena. Svaki pokušaj značajnijeg poslovanja na ovim tržištima bez podrške funkcije praćenja eksploatacije bi unapred bio osuđen na neuspeh.

2. PRAĆENJE PROIZVODA U EKSPLOATACIJI KAO DOMEN POSLOVANJA

Praćenje proizvoda u eksploataciji započinje:

- prodajom, isporukom ili instaliranjem u uslovima primene naručioca, kupca, u zavisnosti od tipa proizvoda i od tipa relacije između proizvođača i kupca;

Naredni koraci su:

- obuka za korišćenje, (ako postoji, ako je potrebna), skupljaju se sve informacije koje su dostupne u početnoj fazi korišćenja;
- dodatne obuke, doobuke, skupljaju se sve informacije koje su dostupne u narednim fazama korišćenja;
- praćenje stanja, stalno ili povremeno merenje i očitavanje (tumačenje) podataka da bi se ustanovilo stanje proizvoda;
- provera raspoloživosti, stalna komunikacija radi ostvarivanja uvida u stanje raspoloživosti proizvoda. Kvalitetnim praćenjem stanja dobijamo i ove informacije;

¹ Kosta Herman, dipl.ing.maš., Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, e-mail: herman@alfa.mas.bg.ac.yu
Prof. Dr Žarko Spasić, dipl. inž. maš. Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, e-mail: spasic@alfa.mas.bg.ac.yu

- periodične sveobuhvatne provjere stanja, obavljaju se po nekom statističkom rasporedu da bi dale što bolji presek stanja;
- razmene informacija sa servisima, prikupljaju se podaci koji su bitni za praćenje toka eksploatacije;
- održavanje garancije, svi poslovi, intervencije koje se obavljaju u garantnom roku;

Sve ove aktivnosti predstavljaju segmente praćenja proizvoda u eksploataciji. Samo uvid u sve njih nam omogućuje dobijanje potpune informacije.

Pojmovi koje koristimo su pouzdanost proizvoda, povratne informacije o ponašanju proizvoda, informaciona povezanost sa kupcima i podizanje kvaliteta proizvoda.

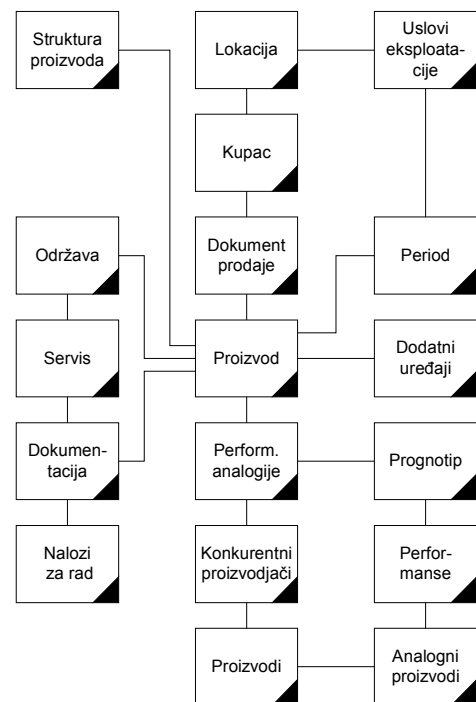
Možemo da klasifikujemo sve ulaze, izlaze, kontrolne funkcije, mehanizme u okviru domena i podaktivnosti praćenje proizvoda u eksploataciji.

- **Ulazi:** Izmenjeni zahtevi, Obračunska dokumentacija, Bankarske transakcije, Procedure, Proračuni/uputstva, Poslovni partneri, Informacioni opis proizvoda, Strateški planovi, Dugoročni plan proizvodnje, Normativi materijala, Potrebe, Planirano/ostvareno, Nalozi nabavke, Ponude/zahtevi kooperantima, Podaci servisa, Specifikacije standarda, Investicije;
- **Izlazi:** Performanse poslovanja, Simulacija poslovanja, Ugovori/obaveze, Rang dobavljača, Dobit, Dokumentacija prijema, Rang kupaca, Dokumentacija isporuke, Obračun proizvodnje, Praćenje proizvoda;
- **Kontrolne funkcije:** Metode simulacije, Metode poslovanja;
- **Mehanizmi:** Raspoloživi resursi;
- **Podaktivnosti:** Nabavka (dobavljači), Prodaja i eksploatacija (kupci) i ekonomsko finansijske aktivnosti.

3. MODULI CIM PODSISTEMA ZA PRAĆENJE PROIZVODA U EKSPLOATACIJI

Praćenje proizvoda u eksploataciji kao CIM podsistem je podeljen u 8 modula. Podela je izvršena po logičkom principu i bazirana je na rešenjima iz JUPITER modela .

- **Baza podataka/znanja** (slika 1). Centralno mesto za sve informacije u podsistemu. Zadatak je da se iz neposredne eksploatacije i posredstvom informacija o održavanju prikupi što više podataka;
- **Evidencija proizvoda u eksploataciji.** Modul je zadužen za uvek ažurnu informaciju, i ima neposredni kontakt sa kupcima i korisnicima;
- **Učink** **proizvoda.** Praćenje egzaktnih pokazatelja rada proizvoda;
- **Kvalitet za uslove rada.** Modul prati kvalitet proizvoda. Da bi se postiglo realno praćenje uzimaju se u obzir životni vek i uslovi rada i na osnovu njih se vrši vrednovanje;
- **Ekonomičnost eksploatacije.** Prati ekonomske pokazatelje kao što su ostvarena dobit, troškovi servisiranja, troškovi amortizacije;
- **Raspoloživost proizvoda.** Vezan sa modulom Evidencija proizvoda u eksploataciji. Trebalo bi da ima neprekidnu (on line) komunikaciju sa kupcima i korisnicima. Za prikupljanje podataka se koriste Evidencijski list korisnika, Evidencijski list mašine i Zabeleške o otkazu mašine. Uz modifikacije ovi dokumenti su primenjivi i za druge tipove proizvoda. Evidencijski list korisnika sadrži sve podatke o korisniku proizvoda kao što su uslovi eksploatacije i način korišćenja opreme. Evidencijski list mašine ima sedam grupa podataka i to su: identifikacija mašine, identifikacija korisnika, učinak mašine, utrošak časova, utrošak goriva, ulja i maziva, vidovi održavanja i troškovi eksploatacije. Zabeleške o otkazu mašine sadrže podatke iz radnog naloga za opravku proizvoda u eksploataciji;



Sl. 1 Baza podataka

- **Pouzdanost proizvoda.** Obrađuju se podaci koji treba da nam daju odgovor koje je srednje vreme do pojave neispravnosti.

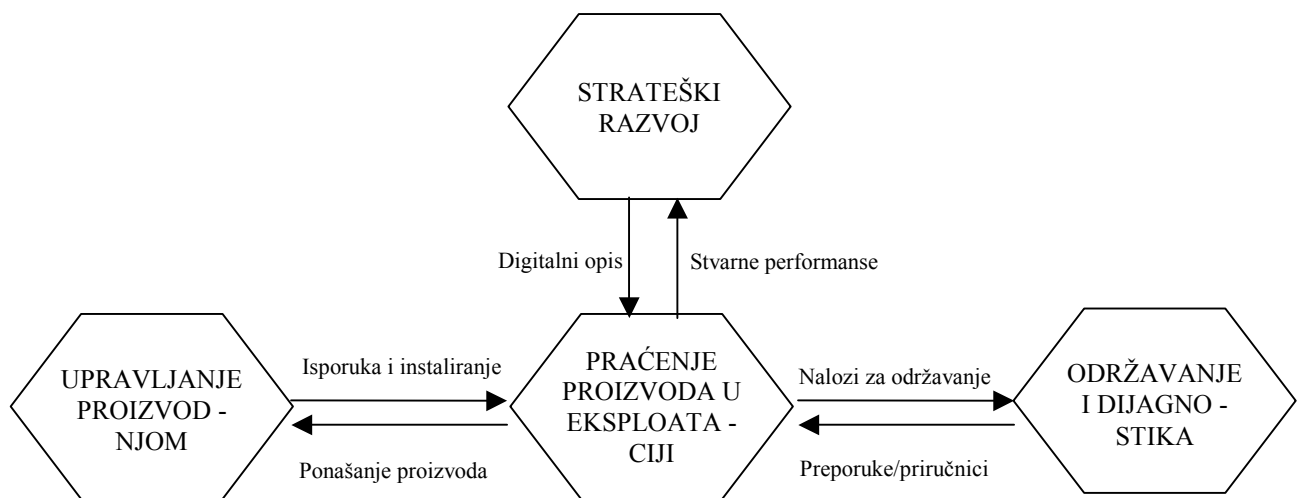
- **Troškovi u eksploataciji.** Modul je zadužen za prikupljanje svih informacija o troškovima korišćenja proizvoda.

4. INTEGRACIJA SA OSTALIM PODSISTEMIMA

Potpuna funkcionalnost podsistema za praćenje proizvoda u eksploataciji je moguća tek u čvrstoj integraciji sa drugim podsistemima (slika 2).

Najlogičnija i najčvršća integracija je sa podsistemom za održavanje i dijagnostiku. Podsistemi su potpuno spregnuti jedan sa drugim i zbog ovoga je često teško napraviti analizu njihove međuzavisnosti i podelu između ova dva podsistema.

Razmena podataka treba da se vrše u formatu koji je prikladan za kompjutersku obradu. Predviđeno je da se informaciona integracija bazira na STEP specifikacijama [2].



Sl. 2 Informaciono sprezanje domena preduzeća CIM-preduzeća

5. IMPLEMENTACIJA NOVIH TEHNOLOGIJA

Glavna ograničenja koja su se javljala u ovoj oblasti su nedovoljni informacioni resursi i složena definicija pokazatelja ponašanja.

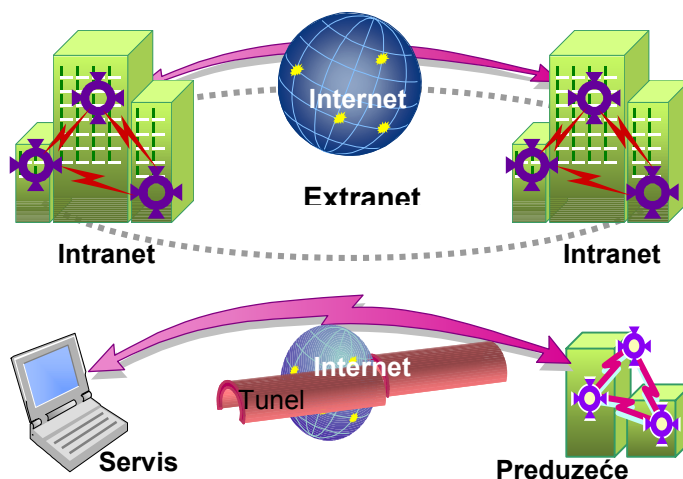
Nove tehnologije kao što su internet, internet alati, nove komunikacione tehnologije i integrisane baze podataka, savremena senzorska tehnologija i njihovo korišćenje predstavljaju imperativ za implementaciju integrisanog praćenja proizvoda u eksploataciji. Razvoj metoda i načina primene moraju da se baziraju na znanjima koja već postoje i koja se već primenjuju u razvijenim okruženjima, ali moraju da se baziraju i na osobenostima naših potreba i na našim mogućnostima.

Glavne smernice implementacija u slučaju proizvođača građevinskih mašina kao što je IMK "14. oktobar" su:

- Tehnologija senzora. Potrebno je praćenje svih bitnih pokazatelja rada proizvoda. Potrebno je uvođenje akvizicionih računara, koji su namenjeni nadgledanju delova, podsklopova kao što su motor, kočnice, oslanjanje, upravljanje i računara za praćenje mernih instrumenata kao što su, radni sat, tahograf, GPS. Potrebni su računari koji vrše obradu podataka, računari koji sve to povezuju i računari, uređaji za komunikaciju, slanje podataka. Na početku bi bili pokriveni samo najkritičniji sklopovi i delove a kasnije svi koji su potrebni.
- Centralna integrisana baza podataka u kojoj se nalaze informacije koja su dostupne svima sa potrebnim pravima;
- Korišćenje svih dostupnih komunikacionih kanala kao što su telefonski uređaji, mobilni uređaji i internet. Nije redak slučaj u našim uslovima nepostojanja jednog od njih. Komunikacija može da se vrši

kroz nekoliko komunikacionih kanala istovremeno i na taj način se dobija potpuna informacija. Da bi se ovo postiglo potrebno je omogućiti sinhronizaciju;

- Internet tehnologije i internet alati. WEB portali za komunikaciju sa korisnicima i za razmenu informacija. Formiranje extranet mreže korišćenjem virtualnih privatnih mreža (slika 3). Rešenje garantuje sigurnost i pouzdanost komunikacija i informacija. Na ovaj način se pravi veza poslovnih jedinica, servisa i velikih korisnika koja funkcioniše kao internet;
- Komunikacija sa proizvodom u realnom vremenu preko extraneta. Mogućnost konfigurisanja proizvoda sa daljine, provera raspoloživosti u realnom vremenu;
- Uvođenje bežične tehnologije. Omogućava komunikaciju u uslovima kada konvencionalne komunikacione tehnologije nisu ili su teško primenljive.



Sl. 3 Extranet i virtualna privatna mreža (VPN)

Potrebno je uvoditi nove tehnologije u fazama. Tip proizvoda i način eksploatacije uslovljavaju dinamiku i svrsishodnost implementacije.

6. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Integrisanim praćenjem proizvoda u eksploataciji se ispunjavaju dva cilja:

- Poboljšanja proizvoda sa inženjerske tačke gledišta, kao što su funkcionalnost, pouzdanost, raspoloživost, troškovi korišćenja, održavanja i zrelost konstrukcije, duži vek proizvoda;
- Unapređenje satisfakcije partnera i kupaca proizvodom, povećanje kvaliteta usluga, brža reakcija na promene na tržištu i bolje predviđanje razvoje tržišta. Prate se i analiziraju zahtevi i na njih se reaguje, vrši se identifikacija specifičnih potreba i optimizacija ciljnih grupa i na taj način povećava odanost kupaca i partnera.

Pitanje praćenje proizvoda u eksploataciji i njegove integracije se više ne postavlja, već se postavlja pitanje koji stepen implementacije je ekonomski isplativ. Potrebno je vršiti analize profitabilnosti, uporediti troškove aktivnosti i dobitke od praćenja i na osnovu toga donositi odluke o dinamici i intenzitetu primene.

LITERATURA

- [1] Spasić, Ž., Dimitrijević-Marković, Lj., Pilipović, M., *Informaciona integracija preduzeća - CIM integracija menadžmenta i kvaliteta*, Naučna knjiga, Beograd, 1994.
- [2] Spasić, Ž., Tisma, S., Mladenović, I., *Extended Model for CIM/STEP Integration and International Standards*, 2nd International Conference on Engineering Design and Automation, EDA '98, Maui-Hawaii, USA, 1998., CD.
- [3] IMK "14. Oktobar", Organizacioni popis o praćenju proizvoda u eksploataciji, 933602, Kruševac, 1970, 1993.

K. Herman, Ž. Spasić

INTEGRATED MONITORING OF PRODUCT BEHAVIOR IN USE – INFORMATION INTEGRATION WITH PARTNERS AND CUSTOMERS

Abstract: *Monitoring of product behavior in use is the segment of business that every enterprise must have if it wants to stay or to make a growth in market. It is necessary to be designed as CIM subsystem with CIM modules. Objective is integration with other CIM subsystems, especially with the subsystem for maintenance and diagnostics. The characteristic of integrated monitoring of product behavior in use is a must for implementation of a new technologies, internet, internet tools, modern monitoring technologies, new communication technologies and integrated database concept.*



Prof.dr Dragan D. Milanović, Mašinski fakultet, Beograd

PROBLEMI I MOGUĆA REŠENJA PRIMENE RAČUNARA U PREDUZEĆIMA¹

Abstrakt

Snimanjem i analizom postojećeg stanja može se zaključiti da integralni informacioni sistemi uz podršku računara ne funkcionišu u našim preduzećima. Uvođenje računara u procese ploslovanja i proizvodnje je neophodnost koja donosi brojne probleme. Za dosadašnja iskustva se može reći da su skupo plaćena i zato je od posebnog značaja da preduzeća povedu računa o pozitivnim i negativnim aspektima ovog problema.

1. Uvod

Početak XXI veka razvoj ljudskog društva i naučno-tehnički progres karakteriše eksponencijalni rast znanja. Pojave i zbivanja u okviru poslovno-proizvodnog sistema i u okruženju su složene i međusobno povezane. Izmenjeni uslovi poslovanja i intenzitet promena postavljaju u prvi plan komuniciranje, kako bi se ostvarila interakcija i povezivanje svih elemenata sistema i okruženja. Ubrzanim razvojem informacionih i komunikacionih tehnologija delimično ili u potpunosti se rešavaju uočeni problemi.

Razvijene zemlje su ušle u tzv. informatičko društvo koje pokazuje određene razlike u odnosu na industrijsko društvo. U pokušaju da ovlada prostorom energetske i materijalne integracije, čovek je uvideo da je potrebno sprovesti i informacionu integraciju. Pronalaskom računara čovekov misaoni proces se sve više iskazuje preko informacionih sadržaja. Danas još uvek postojeća softverska rešenja ne zadovoljavaju potrebe čoveka, tako da se problem pokušava rešiti uvođenjem veštačke inteligencije. Poslednjih godina razvoj hardvera ima gotovo eksponencijalni rast dok je programska podrška značajno zaostala za potrebama korisnika i tehničkih mogućnosti moćnog hardvera. Taj fenomen zaostajanja razvoja softvera u odnosu na hardver je prilično rano i blagovremeno uočen i u literaturi i praksi se označava kao softverska kriza. Produktivnost računara, merena brojem operacija koje se izvršavaju u jedinici vremena godišnje raste po stopi od 30%. Produktivnost u razvoju softvera na godišnjem nivou jedva postiže stopu od 7%. (1)

Potrebno je istaći da postoje različita mišljenja o ulozi i značaju informacionih tehnologija u savremenim uslovima poslovanja. Postoji mišljenje da jednostrano zagovaranje informatizacije odlaže sagledavanje energetske krize i nedostatak sirovinskih resursa na dugoročnom, strategijskom planu.

2. Problemi primene računara u preduzećima

Savremen poslovni sistem zahteva da su prava i obaveze svih zaposlenih precizno definisani dokumentima sa jasno izraženom ključnom ulogom rukovodstva preduzeća u planiranju, praćenju realizacije i donošenju odluka o konkretnim merama. Informacione tehnologije u poslovnim sistemima podrazumevaju razvijen informacioni sistem koji prati poslovanje i obezbeđuje potrebne informacije za donošenje odluka na svim nivoima rukovođenja.

Uloga informacionih sistema u procesu proizvodnje određena je sadašnjim načinom proizvodnje u kojem radni predmet provodi u procesu transformacije prosečno 3-5% vremena od vremena proizvodnog ciklusa. Ostatak vremena radni predmet gubi na transport, čekanje, kontrolu, razne vrste zastoja, neusklađenost u procesu proizvodnje i slično. Primena kompjutera i uopšte informacione tehnologije može u značajnoj meri da omogući usklađivanje elemenata procesa rada.

Analizom postojećeg stanja može se zaključiti da integralni informacioni sistemi uz podršku računara ne funkcionišu u našim preduzećima. Uvođenje računara u procese poslovanja i proizvodnje je neophodnost koja donosi brojne probleme. Za dosadašnja iskustva se može reći da su skupo plaćena i zato je od posebnog

¹ Prof.dr Dragan D. Milanović, Mašinski fakultet, 27. marta 80, 11000 Beograd, tel: 011/3370-385

značaja da preduzeća povedu računa o pozitivnim i negativnim aspektima ovog problema. Sažeto prikazano, dosadašnja iskustva primene i uvođenja računara u procese poslovanja i proizvodnje su sledeća:

- Primena informacionih sistema predstavlja jedan od najznačajnijih doprinosa savremenom razvoju poslovanja i proizvodnje u preduzećima.
- Prilikom projektovanja IIS (Integralnog informacionog sistema) potrebno je integrisati tehnološki i funkcionalno različite elemente kao što su: mašine, automati, sistemi za transport i skladištenje, kompjuterski sistemi i dr. koji su nabavljeni od različitih proizvođača. Pitanje kompatibilnosti proizvodne opreme koja treba da bude integrisana komunikacionim mrežama jeste globalni problem naše privrede a uslovno posmatrano lokalni problem preduzeća koji se nameće kao jedan od primarnih problema integracije.
- Postoji značajna razlika u nivou dostignutog stepena primene računara u okviru pojedinih podsistema preduzeća. Računari se u našim preduzećima u većini sličajeva primenjuju za rešavanje poslovnih problema, odnosno u finansijskoj, računovodstvenoj, kadrovske i marketing službi.
- U većini preduzeća hardverska konfiguracija je zastarela. Mora se imati u vidu da oprema brzo zastareva i da vreme optimalne eksploatacije ne traje duže od dve godine.
- Period uvođenja računara u rad je suviše dug i sa vrlo skromnim početnim rezultatima. Zato je potrebno da se informacioni sistem uvede u rad za period koji nije duži od tri meseca. Proces primene i uvođenja informacionih sistema zahteva kompletnu preorijentaciju preduzeća. Uvođenju informacionih sistema mora se pristupiti stručno i odgovorno. "Probe i greške" koštaju veoma mnogo. Preduzeće gubi veru u mogućnost i efikasnost informacionog sistema.
- Potrebna je veća integracija sistema kvaliteta ISO 9000:2000 i informacionih sistema u našim preduzećima.
- Informacioni sistemi se moraju posmatrati kao alat a ne kao cilj.
- Efikasno korišćenje informacionih sistema u praksi ne postiže se samo dobrom voljom, već je potrebno uložiti velika sredstva.
- Često se dešava da je računar nestručno nabavljen i neadekvatno korišćen. Postoje slučajevi da se računar kupi, pa onda se naknadno traži opravdanje za kupovinu.
- Jedna od najvećih zabluda prilikom nabavke računara je što se potcenjuje ogromna važnost predhodne analize i odgovarajućeg projektovanja sistema. Projektovanje informacionog sistema treba da definiše kako će se najbolje iskoristiti mogućnosti računara.
- Tokom proteklog perioda informacioni sistemi preduzeća su se često razvijali stihijski, aplikacija po aplikacija, u zavisnosti od potreba, bez sagledavanja ukupne arhitekture, bez definisanog logičkog redosleda uvođenja pojedinih podsistema, odnosno bez plana razvoja. Uvođenje informacionih sistema u preduzećima je veoma dugo i skupo, sa troškovima koji prevazilaze planirane. Projekti, ako i postoje samo se delimično realizuju. Iz navedenog proizilazi da je osnovni razlog mnogih loših iskustava u uvođenju informacionih sistema u preduzećima i njegovom daljem radu, zapostavljanje planiranja i upravljanja razvojem informacionim sistemima. Drugačiji, integralni pristup razvoju informacionih sistema, koji podrazumeva kompjuterizaciju svih informacionih tokova u preduzeću, zahtevao je izradu idejnih projekata i glavnih projekata informacionih sistema.
- Nedovoljna stručna osposobljenost kadrova sa gledišta poznavanja informacionih sistema i mogućnostima rada računara.
- Celishodna selekcija i obrada informacija prema potrebama korisnika, jedan je od osnovnih uslova uspešnog funkcionisanja informacionog sistema. Informacioni sistem mora da daje korisne i kvalitetne informacije, prilagođene po obimu i sadržaju potrebama korisnika. Uspešnost informacionog sistema u preduzeću ocenjuje se na osnovu doprinosa uspehu poslovanja. Postoje bar četiri načina za procenu, da li posedujemo bolje ili gore informacije: cena, laka i teška dostupnost, raznovrsnost izvora i razumljivost. Jedna anketa iz 1998. godine među ekonomistima zaposlenim u privredi u USA pokazala je da značajna većina 72% nazadovoljna kvalitetom informacija.

3. Moguća rešenja primene računara u preduzećima

U poslednjih nekoliko decenija svedoci smo intenzivnog razvoja informacione tehnologije. Najbrži rast zabeležen je u industriji mikroracunara i razvoju softverske podrške. Tome je značajno doptineo paralelan razvoj novih tehnologija i orijentacija industrije na primenu računara u svom poslovanju. Rezultati istraživanja na polju telekomunikacija imaju velike zasluge za ovakav razvoj računarske tehnologije.

Razvoj mikroracunara omogućava da se napravi sistem dovoljno mali da bi ušao u domove ljudi i sa relativno zaokruženim funkcionalnim konceptom koji podržava rešavanje određenih problema. Na tržištu je

postojao veliki broj vrsta računara, u zavisnosti od proizvođača. Različiti standardi doveli su do izražene nekompatibilnosti računara koja se ogleda u nemogućnosti prenošenja softvera sa jednog računara na računar drugog proizvođača, pa čak i između dva modela istog proizvođača. U prvim godinama primene mikror računara najveći uticaj imale su firme: Sinclair, Commodore, Acorn, Atari i Apple.

Najveći prodor i najveća iščekivanja su skoncentrisana na razvoj telekomunikacija i međusobno povezivanje računara na globalnom, odnosno svetskom nivou, kao i na razvoj multimedijalnih sistema.

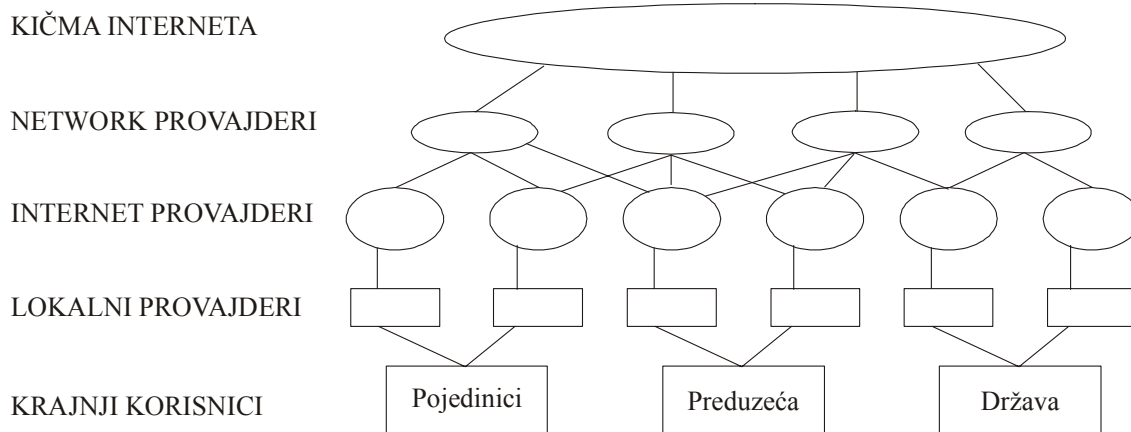
Razvoj satelitskih komunikacija doprineo je stvaranju gigantskih kompjuterskih mreža kao što su BITNET, FIDONET, INTERNET i drugi. Trenutno je najaktuelniji projekat tzv. Informatičkih auto puteva (Information Highways) oko koga su najrazvijenije zemlje već počele preliminarne razgovore, jer su u pitanju ogromna ulaganja potrebna za postavljanje ovih mreža koje se mere stotinama milijardi dolara.

Razvoj informacione tehnologije omogućio je komunikaciju između različitih korisnika sa bilo kog računara u mreži. Računarskom mrežom se može smatrati skup korisnika koji komuniciraju preko zajedničkog medijuma. Uporedo sa razvojem računarske opreme, razvijali su se i uređaji za povezivanje te opreme, koji su postali neizostavan deo svakog okruženja gde se obavlja prenos podataka. Kvalitet, količina i brzina prenosa informacija u jednom komunikacionom sistemu značajno utiču na efikasnost informacionog sistema u preduzeću.

Osamdesetih godina računarski sistemi se potpuno prebacuju na lokaciju korisnika. Segmentiranje velikih komunikacionih sklopova i njihovo međusobno povezivanje, dovelo je do razvoja lokalnih komunikacija i lokalnog prenosa podataka, bez nepotrebne distribucije tog saobraćaja na čitavu mrežu.

Zbog maksimalnog korišćenja resursa, distribuiranja memorije i procesne snage računara, dolazi do pojave lokalnih računarskih mreža LAN (Local Area Networks), koje se po potrebi povezuju u veće mreže WAN (Wide Area Networks). Komunikacije na većim rastojanjima moraju da se obavljaju preko WAN mreža koje su instalirane na geografski širokom području i koje objedinjuju više LAN-ova. Povezivanjem na veće računarske sisteme formiraju se kompleksni distributivni sistemi.

Internet je skup međusobno povezanih mreža. To je svetska javna mreža za prenos podataka, a pored toga nudi i širok spektar servisa u multimedijalnom obliku. Povezivanje individualnih korisnika i preduzeća je neminovnost kako bi se uspešno poslovalo. Internet je ušao u sve pore života. Bez njega se ne može zamisliti moderna komunikacija, razmena informacija, poslovni kontakti, dolazak do novih saznanja itd., slika 1.



Slika 1. Povezivanje preduzeća na globalnom nivou

Za Internet mrežu se kaže da svakog minuta dobija novog korisnika, od kojih većina obavlja poslovne transakcije. Ako preduzeće ima predstavništva širom sveta i ukoliko su ona povezana na Internet moguća je međusobna komunikacija i komunikacija sa stranim partnerima. Sve veći značaj dobija elektronsko poslovanje.

Internet je prisutan i u Republici Srbiji. Kod nas je od strane PTT razvijena mreža pod nazivom JUPAK koja je uključena u svetski sistem paketskih mreža. JUPAK ima u planu modernizaciju u smislu povećanja korisničkih brzina. Ovu mrežu koriste mnoga preduzeća za prenos podataka i povezivanje svoje računarske infrastrukture.

4. Zaključak

U proteklih pola stoleća računare su pratile mnoge predrasude, a najneugodnija je da povećavaju produktivnost. Nova saznanja izgleda ruše mit.

Proučavanja upotrebe računara u kancelarijama prema pisanju uglednog naučnog časopisa "Sajentifik Ameriken" ukazuje da se mnogo vremena, uštedenog automatizacijom rasipa često zbog složenih i nekorisnih programa. I stručnjaci koji ih osmišljavaju upozoravaju da sklonost ka usavršenim i neproverenim načinima predstavljanja podataka može više da šteti nego da koristi. Put ka većoj produktivnosi vodi u obrnutom smeru.

Ulaganja u informacionu tehnologiju idu uzlaznom putanjom: novi oblici su skuplji, a korporacije izdvajaju sve više. Sudeći na osnovu američkih izveštaja, gotovo polovina kapitalnih budžeta (43%) utrošena je 1996 godine na hardver. Ako isnosu od 213 milijardi dolara dodamo novac utrošen za nabavku softvera, mreže i kadrova, informatički račun naraste na 500 milijardi u SAD, a u svetu na više od trilion dolara.

Izvršni direktori velikih kompanija ispoljavaju nameru da potroše više. Istovremeno ekonomste zbunjuje pad stope produktivnosti u sedam vodećih industrijskih zemalja sa 4,5% u šezdesetim na 1,5% u devedesetim godinama.

Postavljanje osnova za razvoj integralnih informacionih sistema (IIS) u našoj industriji je u ovom trenutku važan i delikatan zadatak, jer su naša preduzeća bez profitabilnih proizvodnih programa, sa zastarelim mašinama i tehnologijom, prezadužena su, bez finasijskih sredstava neophodnih za pokretanje proizvodnje i bilo kakva investiciona ulaganja. Takođe su nedovoljno znanje i motivisanost kreativnih kadrova, kao i nedovoljna sprega nauke i proizvodnje. Nekoordinirana je nabavka opreme kao i nabavka i razvoj sistemskog i aplikativnog softvera. Zato je u našim preduzećima neophodno projektovati integralni informacioni sistem preduzeća.

Projektovanje integralnog informacionog sistema podrazumeva integraciju svih kompjuterizovanih aktivnosti i novih informacionih tehnologija. Kada se govori o IIS u našim uslovima postavljaju se sledeće dileme (2):

-da li su IIS stvarnost ili fikcija i

-da li su naša preduzeća u mogućnosti da uspostave i realizuju ovaj sistem.

Da bi se odredili strateški pravci daljeg razvoja informacionih sistema u našim preduzećima potrebno je dati odgovore na postavljene dileme.

Pravi trenutak demistifikacije IIS je u trenutku kada se investira u novu opremu ne vodeći računa o integracionim zahtevima i trendovima kada se razmišlja o neznatnim kratkoročnim koristima a ne o strateškim ciljevima, sa većim ali kasnije dobijenim efektima.

Potrebno je projektovati i u praksi realizovati IIS u našim preduzećima. Cilj je takođe globalno povezivanje preduzeća u jedinstven jugoslovenski i evropski sistem visoke informacione i komunikacione tehnologije.

Literatura

1. Nedo Balaban i dr., Informacioni sistemi u menadžmentu, Savremena administracija, Beograd, 2002.
2. Vladimir Milačić, Žarko Spasić, Kompjuterski integrisani tehnološki sistemi CIM sistemi, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1990.

PROBLEMS AND POSSIBLE SOLUTIONS FOR ENTERPRISES COMPUTERS APPLICATION

Abstract

On the basis of recorded and analyzed existing condition, we can conclude that integral information systems with computers support are unifunctionalry in our companies. Computers introduction in process of trade and production is necessity which brings lot of problems. For previous experience we can say that it has high price and this is the reason for companies to take of positive and negative aspects of this problem.



I.Obradović, R.Radiša, dr M. Đapić¹

KONCEPT CIM SISTEMA ZA OBRAZOVANJE

Rezime

U radu² je prikazano rešenje CNC bušilice/glodalice, kao osnovne mašine CIM obrazovnog sistema. Do rešenja se došlo korišćenjem IDEAS CAD/CAM softvera.

UVOD

Brzi razvoj informacionih tehnologija i njihova primena u proizvodnim sistemima zahteva od zaposlenih stalnu inovaciju znanja i veština. Radnici već u fazi srednjoškolskog obrazovanja moraju da ovladaju osnovnim znanjima vezanim za implementaciju informacionih tehnologija u svom radnom okruženju. Sledeći to u LOLA institutu je pokrenut projekat razvoja CIM sistema za obrazovanje, koji se prezentira u ovom radu.

Cilj razvoja ovakvog CIM sistema je da se učenicima srednjih stručnih škola mašinske i drveno prerađivačke struke prikaže koncept ćelijskog elementa informaciono inegriranog proizvodnog sistema.

CIM KONCEPT KAO OSNOVA INTEGRACIJE PREDUZEĆA

Postoji više definicija CIM-a. Jedna od njih je da CIM predstavlja koncept poluautomatizovane ili automatizovane fabrike u kojoj su svi procesi koji omogućavaju dobijanje finalnog proizvoda integrirani i kontrolisani računarom. To je filozofija u kojoj kompjuter zauzima centralno mesto u planiranju i operativnom upravljanju tehnološkim procesima.

CIM podrazumeva gradnju zajedničkog modela podataka za celokupni životni vek proizvoda, počevši od razvoja, zatim proizvodnje, kontrolisanja i ispitivanja pa sve do otpreme proizvoda kupcu. Vezano za to CIM je usmeren na planiranje i operativno upravljanje tokovima podataka, njihovom procesiranju i kasnijem raspoređivanju duž razvojno proizvodnog ciklusa proizvoda. Uključuje razvoj, implementaciju, međusobno vezivanje i integraciju CAD (dizajniranje proizvoda potpomognuto računarom), CAPP (projektovanje tehnoloških procesa potpomognuto računarom), CAM (proizvodnja potpomognuta računarom), CAQ (kvalitet potpomognut računarom) i PPS (upravljanje proizvodno-poslovnim sistemom) sistema koji mogu da se posmatraju kao odvojeni moduli.

CIM koristi tehnologiju informacionih sistema da integriše sve proizvodno - poslovne ciljeve organizacije. Njegovom implementacijom povećavaju se produktivnost, efikasnost ulaganja i brzo reagovanje na događaje od strane menadžmenta. Ovo se ostvaruje informacionom integracijom osnovnih funkcija u organizaciji, a to su:

- marketing
- istraživanje i razvoj
- planiranje proizvodnje
- proizvodnja
- isporuka i distribucija proizvoda
- upravljanje poslovanjem

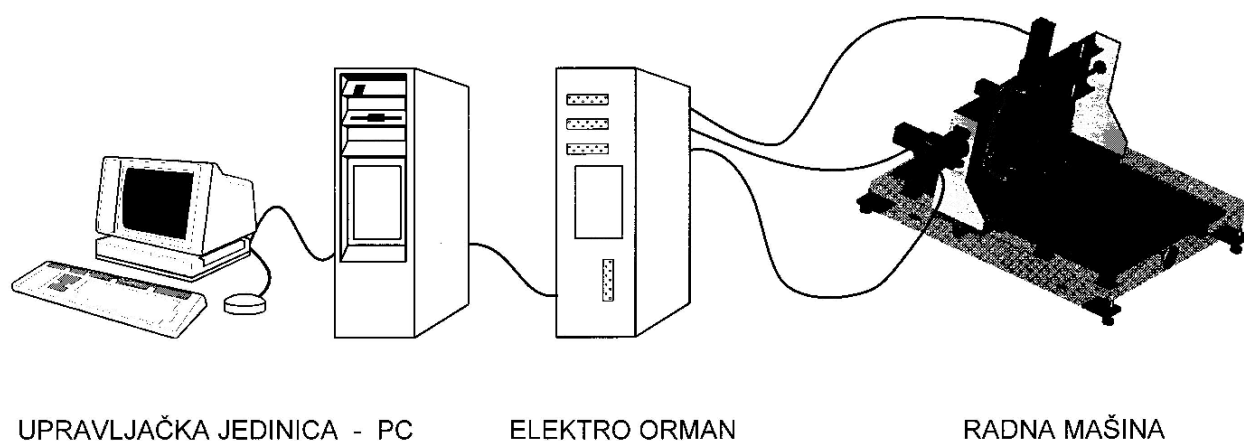
¹ Ivan Obradović, dipl. ing, LOLA institut, tel. 011/547-604, e-mail: iobradovic@lola-ins.co.yu, Radomir Radiša, dipl. ing, LOLA institut, tel. 011/547-604, e-mail: rradisa@lola-ins.co.yu, Dr Mirko Đapić, dipl. ing, LOLA institut, tel. 011/541-303, e-mail: mdjapic@lola-ins.co.yu

² Rad predstavlja deo istraživanja u okviru projekta MIS.3.07.0164.B koji je delimično finansiran sredstvima MNTR Republike Srbije

KONCEPT CIM SISTEMARA ZA OBRAZOVANJE

Zahtevima tržišta u pogledu brze i efikasne promene proizvodnog programa, stalnog podizanja nivoa kvaliteta, kratkih rokova isporuke i konkurentnih cena, mogu udovoljiti samo obrazovani i tehnološki pismeni ljudi.

Neposredan povod za realizaciju CIM sistema za obrazovanje je razvoj proizvodnog pogona u kome se sprežu oblasti CAD, CAM, CAPP, CAQ i PPS, sa ciljem formiranja znanja iz ovih oblasti. KONcept CIM sistem za obrazovanje sastoji se od PC računara, elektroormara i radne mašine. Upravljanje radnom mašinom ostvaruje se pomoću PC računara, koji je istovremeno i upravljačka jedinica radne mašine i radno mesto za pripremu CAD/CAM programa, slika 1. DA bi PC računar vršio navedene funkcije neophodno je razviti softver na bazi PLC kontrolera za upravljanje radnom mašinom.



Slika 1. Koncept CIM sistema za obrazovanje

KONCEPCIJA I PROJEKTOVANJE RADNE MAŠINE

Definisanje koncepcije i projektovanje radne mašine izvodi se korišćenjem IDEAS softvera. Modeliranjem u 3D prostoru omogućuje se da vreme projektovanja i izbor odgovarajuće varijante radne mašine bude znatno kraće nego da se koriste standardne metode projektovanja.

Na primeru klizača y-ose, slika 2, vidimo kako se iz 3D modela mašinskog dela automatski generiše željeni broj pogleda i preseka koji omogućuju brzo i efikasno definisanje radioničkog crteža dela. Ovakav pristup projektovanju delova i sklopova ima prednost kod definisanja putanje alata neophodne za izradu bilo koje pozicije. Naime faza preprocesiranja pri NC programiranju upravo podrazumeva izradu 3D modela pozicija koje se obrađuju na CNC mašinama. Modul Ideas softvera "Master Assembly" omogućuje efikasno formiranje mašinskih sklopova od prethodno dizajniranih pripadajućih pozicija. Svaki tako obrazovan sklop ima hijerarhiju koja precizno definiše mesto i redosled pojedinih delova i podsklopova, kao i njihov međusobni odnos.

Koristeći ovaj modul u mogućnosti smo da ustanovimo sledeće:

- zazor ili preklop između pojedinih delova sklopa, što može da ukaže na greške u fazi projektovanja
- masu i zapreminu podsklopa i sklopa ukoliko je prethodno svakoj poziciji dodeljena vrsta materijala od kojeg se izrađuje.

Kad završimo sa kreiranjem sklopa još uvek smo u mogućnosti da izvršimo izmene u geometriji bilo koje pozicije. Svaka takva promena geometrije pozicije se automatski odražava na samom sklopu.

STANDARDNA KONFIGURACIJA		
RADNI STO	Radna površina stola	900x750 mm
	Broj/širina T žljebova	30/8 mm
	Max. dozvoljeno opterećenje stola	25 daN
HODOVI	Uzdužan hod klizača (Y osa)	570 mm
	Poprečni hod klizača (X osa)	570 mm
	Vertikalni hod klizača (Z osa)	70 mm
	Rastojanje čelo vretena-površina stola	30 mm-100 mm
GLAVNO KRETANJE	Broj obrtaja vretena	0-20000 min ⁻¹
	Snaga motora (kontinualna)	650 W
	Motor	asinhroni MA2.05 Isel
	Pogon	Direktno kontrolisana brzina sa NC
POMOĆNA KRETANJA	Veza pogona i NC	Analogna
	Motor X,Y,Z,	200W ACR88UE20030H-51 Omron.
	Merni sistem	Obrtni davač
	Transmisija	Recirkulaciono vreteno sa navrtkom
	Vođice	Linearne kotrljajne vođice
DIMENZIJE MAŠINE	Brzine praznog hoda	5 m/min (20 m/min opcija)
	Dužina x širina	1145 mm x 1082 mm
	Visina	781 mm

ZAKLJUČAK

U radu je prikazan osnovni koncept CIM sistema za obrazovanje koji se razvija u LOLA institutu. Definisane konceptualnog rešenja, izrada inženjerskog projekta, proizvodnja, integrisanje u sistem i puštanje u rad složenog proizvoda kao što je CIM sistema za obrazovanje zahteva u svakoj fazi primenu modernih kompjuterskih alata i tehnologija. Na taj način moguće je doći do optimalnog rešenja svakog segmenta CIM sistema za što kraće vreme i sa najmanjim troškovima.

LITERATURA

- /1/ Djapic, M., CIM & TQM Integration as a base for development contemporary organization, Proceeding 2, VI International Scientific Conference MMA 97, Sombor YU, pp 651-658
- /2/ Radulović, N., Đapić, M., Svrishodnost integracije CIM u SMI koncept, 28 JUPITER Konferencija, Beograd, 2002, str 1.33-1.36
- /3/ Grupa autora: Fleksibilni tehnološki sistem CIM centra LOLA instituta, Projekat LOLA instituta, Beograd, 1995.
- /4/ Kaljđžić M.: Tehnologija mašinogradnje I, Mašinski fakultet, Beograd, 1989.
- /5/ Milačić V., Spasić Ž., Kompjuterski integrisani tehnološki sistemi CIM-sistemi. Mašinski fakultet, Beograd, 1990.
- /6/ www. isel.com

CONCEPT CIM EDUCATION SYSTEM

Summary

In this paper is given a form of CNC drilling milling machine as the fundamental machine of the CIM education system. Conceptual solution is realized by using IDEAS CAD/CAM softver.



Zoran Radojević¹

ZNAČAJ CIM SISTEMA U USLUGAMA PROIZVODNIH SISTEMA

Rezime: Kroz ovaj rad pokušao sam da odredim mesto, ulogu i značaj centralnog "CIM sistema" kod uslužnih proizvodnih sistema. Značaj ovih sistema ja da više udruženih uslužnih proizvodnih sistema na ovaj način rešava svoj informacioni sistem, što omogućuje jeftiniju i efikasniju proizvodnju- uslugu.

1. UVOD

Današnji razvoj društva zasniva se na uslugama. Usluge se javljaju u svim delatnostima društva, a interesantne su jer zapošljavaju veliki broj ljudi, pri čemu ostvaruju mali profit u odnosu na primarnu i sekundarnu delatnost. Na osnovu ovoga možemo reći da je tercijalna delatnost, jedna od vodećih za razvoj savremenog društva. Kako se od ove delatnosti očekuje budući razvoj možemo je podeliti na proizvodne i neproizvodne usluge. U neproizvodne usluge spadaju: zdravstvo, školstvo, turizam, ugostiteljstvo, zanatstvo i druge. Proizvodne usluge su najčešće radne aktivnosti koje služe za potrebe nekog proizvoda, bilo kao jedna ili više "tehnoloških operacija", bilo u pogledu oblikovanja ili kao "završno dizajniranje" proizvoda. Pod pojmom "tehnološke operacije" podrazumevamo jednu, dve ili više, koje se realizuju na specijalnoj opremi ili mašinama, koje se vrlo retko susreću u proizvodnji ili se pak iste nalaze samo u određenoj radionici koja se bavi određenim proizvodnim uslugama. Sem nabrojanog usluge se mogu raditi i kod drugih uslužnih radionica i preduzeća, ukoliko tržište zahteva veću količinu proizvoda nego što je proizvodna mogućnost proizvođača-kapacitet. Ukoliko je proizvodni kapacitet manji od zahteva tržišta, onda proizvođač traži uslugu (kooperaciju) za dopunski proizvodni program. Najčešće se to traži od proizvođača sličnog proizvoda.

Pod pojmom "završno dizajniranje" podrazumevamo takvu završnu obradu, koja se ostvaruje specijalnim uređajem kvalitetna površinska zaštita i odgovarajuće bojenje, koje omogućuje jako dugu eksploataciju proizvoda što podiže kvalitet i tehnički vek proizvoda.

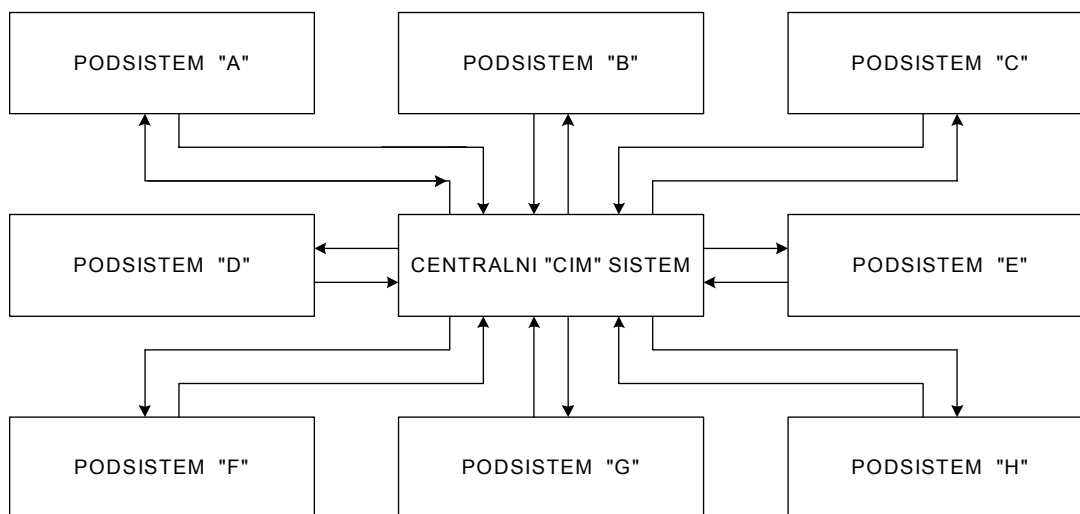
Proizvodne usluge su neminovnost savremene fleksibilne proizvodnje i danas se najčešće susreću na tržištu. Specijalizacija je neminovnost savremene proizvodnje i predstavlja njen imidž. Na taj način možemo reći da su "specifične usluge" deo velike fleksibilne industrijske proizvodnje. Danas, se formira veliki broj uslužnih proizvodnih preduzeća, čija je delatnost definisana, ili uslužna proizvodna preduzeća, koja služe za uvećanje postojećih kapaciteta preduzeća koja imaju definisan proizvodni program.

Napred nabrojana uslužna preduzeća da bi imala kvalitetno, ekonomično i produktivno poslovanje neophodno je da imaju savremeni informacioni sistem, koji može biti: centralizovan, za više manjih uslužnih proizvodnih preduzeća i radionica ili samostalan za jedno uslužno proizvodno preduzeće (radionica).

2. CENTRALIZOVAN SISTEM

Centralizovan CIM sistem se sastoji od više podsistema. Podsystemi se sastoje iz više uslužnih sistema (preduzeća), koja obavljaju istu ili sličnu delatnost, a koja su povezana u jednu celinu, a sastoje se od n podsistema. Ako uzmemo više proizvodnih sistema, koja se bave uslugama dodatnog kapaciteta, a poseduju univerzalne i specijalne mašine i uređaje, onda jedan proizvodni sistem čini podsystem, čija priprema proizvodnje i upravljanje njome se vrši jedinstveno za kompletan sistem, gde su ograničenja kapacitet po vrstama obrade i količina proizvoda koju prihvata tržište.

¹ Prof. dr Zoran Radojević, redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka-Beograd



Slika 1. Centralni "CIM" sistem

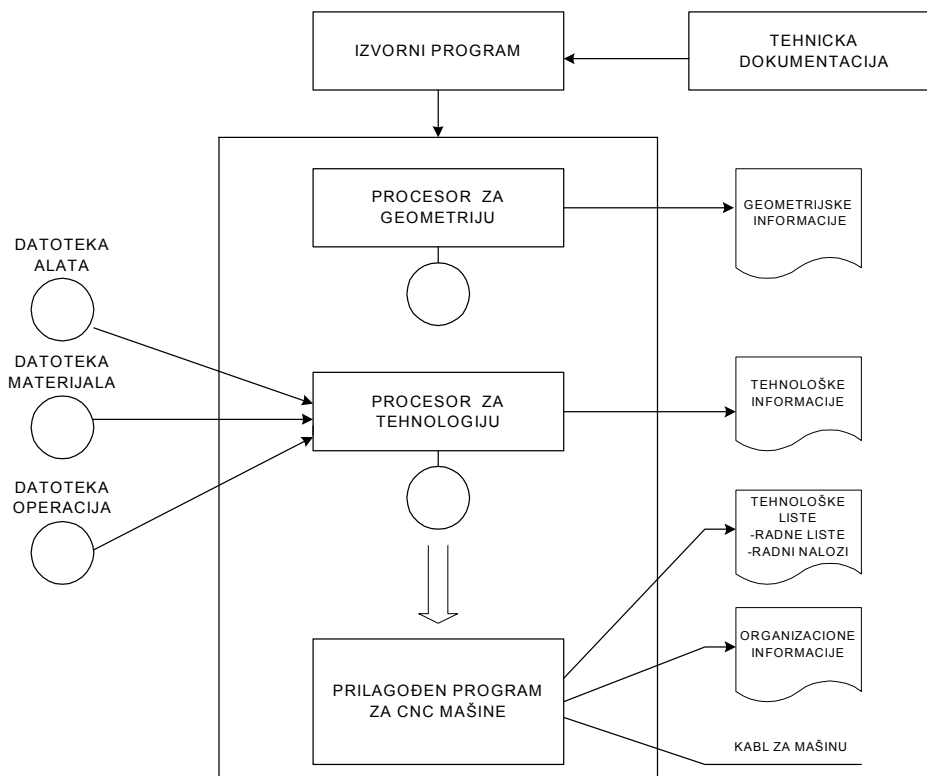
Centralni "CIM" sistem je zajedničko preduzeće za kompletnu kompjuterski integrisanu proizvodnju - usluge (slika 1) gde su od "A - H" podsistemi proizvodnje-usluga. Oni su istorodne proizvodnje i rade isključivo za poznate naručioce. Sastavni elementi kompletne proizvodnje - usluge su:

- "CAD"- podsistem obuhvata razvoj, projektovanje i konstruisanje,
- "CAM"- podsistem obuhvata tehnološku pripremu i upravljanje proizvodnjom,
- "CAQ" – upravljanje kvalitetom,
- "CAP" – upravljanje planiranjem,,
- "CAE" – upravljanje inženjeringom,
- "CIM" – kompjuterski integrisani menadžment.

Sem nabrojanih sve više se razvijaju i drugi podsistemi čiji je zadatak da se usavrši savremeno poslovanje do najsitnijih detalja.

Uspešnost svakog preduzeća zavisi od profita koji ostvari. Da bi profit bio što veći neophodno je smanjiti troškove. Smanjenje troškova se postiže samo kvalitetnom organizacijom poslova. Postizanje kvalitetne organizacije podrazumeva kvalitetnu pripremu proizvodnje – usluge. To se postiže u "CAM" podsistemu, poznavajući odlično tehnologiju obrade, kroz kvalitetno i ekonomično odabiranje režima rezanja ili obrade deformacijom. Danas se to najčešće obavlja na CNC mašinama, koje su u direktnoj vezi sa "CAM" podsistemom. Najčešće se vrši mašinsko programiranje, čiji programi su već ubačeni u korišteni softver, posebno za svaki podsistem proizvodnje – usluga.

Prva aktivnost pri programiranju je izbor "bazne" površine, od koje nastaju sve izvedene kotne linije. Od te površine se vrši izbor definisanja kompletne geometrije radnog predmeta. Programiranje grafičkom simulacijom omogućava direktno programiranje na mašini. Izborom oblika geometrijskih elemenata i podataka o njima, koji se unose u program na ekranu se grafički predstavlja izgled radnog predmeta posle obrade. Sem ovoga napominjem da se svi tehnološki podaci unose sa kvalitetom obrađene površine. U toku projektovanja proizvoda formira se interni model radnog predmeta na kome se vrši obrada, kojom se opisuje raspored geometrijskih elemenata u prostoru ("3D model"). Tu se dobija strukturna šema tehnološke dokumentacije.



Slika 2. Tok informacija kod mašinskog programiranja

Sem nabrojanog u CAD-CAM sistemu se vrši integracija konstrukcije i tehnologije, koja se ostvaruje komunikacionom mrežom. Današnji tehnički progres stvorio je mogućnosti za kompjutersku integraciju:

- planiranja,
- pripremanja,
- realizaciju proizvodnje

u proizvodni inženjering. U tom kontekstu dolazi do boljeg iskorišćenja mašina, alata i vremena izrade, do tesnog povezivanja razvoja i konstrukcije, pa sve do poboljšanja kvaliteta proizvoda. Danas postoje sredstva i metode kojima se utiče ne povećanje automatizacije, a time i na ostvarenje postavljenih zahteva. Integrisanost i fleksibilnost raspoloživih sistema automatizacije svakim danom sve više usavršavaju i postižu odgovarajući nivo.

3. POJEDINAČNI SISTEM

Pojedinačni sistem je standardan i odgovara za svaki podsistem proizvodnje – usluge. Znači za male, srednje i veće pod sisteme najčešće je prilagođen nameni, to jest prilagođava se potrebama takve proizvodnje – usluge. Tu su najčešće specifični softveri koji se koriste “samo” za određene potrebe. Znači koristi se klasičan “CIM” sistem, koji je kompletno prilagođen potrebama korisnika.

4. ZAKLJUČAK

Kroz ova istraživanja, pokušavala se prikazati uloga i značaj centralnog “CIM” – sistema, za mala i srednja preduzeća, koja se bave uslugama u procesu proizvodnje. Današnja proizvodnja – usluge su dosta specifične i složene, ali informacioni sistem ima dosta značajnu ulogu i zato je neophodnost postojanje “CIM” – sistema da bi ista efikasno i korisno poslovala i u ovim teškim trenucima privređivanja. Korišćenje zajedničkog “CIM sistema” preduzeće smanjuje troškove proizvodnje – usluga i time vrši svoju funkciju.

Abstract: This paper defines position, role and significance of central "CIM system" in serviced production systems. Significance of those systems is that more associate serviced production systems on this way are solving their information system, what enable cheaper and more efficient production – service.

LITERATURA:

1. V.MILAČIĆ, Ž. SPASIĆ: KOMPJUTERSKI INTEGRISANI TEHNOLOŠKI SISTEMI – CIM SISTEMI, "JUPITER" ZAJEDNICA, 1989. god., Mašinski fakultet, Beograd
2. Z. RADOJEVIĆ: ORGANIZACIJA PRIPREME SAVREMENE PROIZVODNJE, N. I. "Službeni list S.R.J." , Beograd, 1997. god.



Nenad Stefanović¹, Slavko Arsovski², Dušan Stefanović³

INFORMACIONA PODRŠKA UPRAVLJANJU LANCIMA SNABDEVANJA

***Rezime.** Kako se globalna tržišta sve više razvijaju, nadmetanje se više ne odvija između individualnih poslovnih subjekata, već između čitavih lanaca vrednosti. Kolaboracija kroz inteligentne e-business mreže će pružiti konkurentnu oštrinu koja omogućava svim učesnicima u lancu vrednosti da preovladaju i napreduju. Kolaboracija zahteva uvođenje informacionih tehnologija zasnovanih na Internetu i otvorenim standardima poput XML-a. U ovom radu je predstavljen jedan segment distribuirane softverske aplikacije za upravljanje lancima snabdevanja.*

UVOD

Sve više, upravljanje mnoštvom odnosa duž lanca snabdevanja naziva se **upravljanje lancem snabdevanja (Supply Chain Management - SCM)**. Strogo govoreći, ipak, lanac snabdevanja nije samo lanac poslova sa jedan-jedan poslovnim odnosima, već mreža mnogostrukih poslova i odnosa. SCM nudi priliku za postizanje sinergije unutar- i među-kompanijske integracije i upravljanja. U tom smislu, SCM se bavi izvrsnošću ukupnih poslovnih procesa i predstavlja nov način upravljanja poslovima i odnosima sa drugim članovima lanca snabdevanja.

Tokovi materijala se prepliću sa tokovima informacija u oba smera: od prodavca ka kupcu i od kupca ka prodavcu. Ako se uzme u obzir više proizvođača, dobavljača, kupaca, distribucionih centara, skladišta, transportnih sredstava, kao i veliki broj promena stanja u jedinici vremena kod isto tako velikog broja objekata u lancu snabdevanja, zaključuje se da se radi o izuzetno složenom sistemu. Kao najznačajnije sredstvo za savladavanje složenosti lanca snabdevanja i omogućavanje njegovog funkcionisanja na logističkim principima je primena informacionih tehnologija.

Iako je pouzdanost lanaca snabdevanja značajno unapređena korišćenjem novih tehnologija, smanjenje troškova u lancu snabdevanja zahteva više od prostog inkorporiranja novih alata u staroj strukturi. Ono što je potrebno jeste kreativna vizija da bi se shvatilo na koji način tehnologija može fundamentalno izmeniti lanac snabdevanja i pretvoriti ga u konkurentno oruđe.

Postojanje odgovarajuće infrastrukture lanca snabdevanja je kritično za postizanje brzih ciklusa, veće fleksibilnosti i nižih troškova iz poslovne mreže. Infrastruktura lanca snabdevanja mora da bude u stanju da podrži desetine hiljada korisnika, od strane hiljada poslovnih partnera, provajdera transportnih usluga i kupaca, koji iniciraju milione simultanih transakcija korišćenjem ogromnog broja interfejsa. Takav scenario prevazilazi tradicionalnu klijent/server arhitekturu i zahteva Web razvojne pristupe zasnovane na .NET i J2EE aplikacijskom okruženju koje je dizajnirano za *many-to-many* razmenu podataka.

Da bi efektivno zadovoljila ove zahteve, infrastruktura mora da sadrži distribuirano okruženje, gde je svaki sloj arhitekture (*front end*, *middleware* i *back end*) nezavisno skalabilan. Usvajanje XML formata za razmenu kao i korišćenje Internet protokola poput Web servisa, HTTP-a, SOAP-a, WAP-a, itd., obezbeđuje laku integraciju sa poslovnim partnerima bez obzira na hardversku i softversku strukturu. Arhitektura mora takođe omogućavati linearno dodavanje kapaciteta, po zahtevu i bez degradiranja dostupnosti ili performansi sistema. Bezbednost i korisnički servisi moraju da podrže mnoštvo preduzeća i uloga ne bi li obuhvatili naslednu složenost novih među-kompanijskih odnosa u poslovnoj mreži.

U okviru današnjeg poslovnog okruženja, preduzeća moraju da budu u stanju da optimalno uposle sve resurse duž proširenog lanca snabdevanja radi profitabilnog ispunjenja zahteva kupaca iz svih faza. Rešenje koje podržava globalno planiranje i optimizaciju može dovesti do brzih ciklusa planiranja i unapređene tačnosti planova unificiranjem različitih procesa planiranja u jedinstveni i sveobuhvatni proces – od strateškog planiranja, pa do detaljnog operativnog planiranja.

¹ Nenad Stefanović, dipl. maš. ing., CIM Centar, Mašinski fakultet u Kragujevcu, nenads@knez.uis.kg.ac.yu

² Prof. dr Slavko Arsovski, Mašinski fakultet, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, 034/ 335-990 lok. 644

³ Doc. dr Dušan Stefanović, Prirodno-matematički fakultet, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, 034/336-028

2. UTICAJ WEB-ZASNOVANIH TEHNOLOGIJA NA SCM

Lanac snabdevanja podržava tri vrste tokova koji zahtevaju pažljivo planiranje i blisku koordinaciju. To je ostvareno pomoću tri segmenta:

- Procesi, koji obuhvataju aktivnosti koje stvaraju vrednosti kao što su logistika, razvoj novih proizvoda i upravljanje znanjem;
- Organizacione strukture, koje obuhvataju opseg relacija, mera performansi i šema nagrađivanja;
- Tehnologije, koje obuhvataju procesne i informacione tehnologije.

Web-zasnovane tehnologije imaju značajan uticaj na strategije lanaca snabdevanja. Web pruža pristupačnu platformu za unapređenje transparentnosti, eliminaciju zastoja i distorzije u informacijama i značajno smanjenje troškova transakcija. Kao rezultat, Web olakšava umanjeње bullwhip-ovog efekta.

Internet standardi poput HTTP-a, XML-a i Web servisa pružaju slobodan protok informacija između ljudi i sistema, što nije bio slučaj sa klijent/server tehnologijom. Prema tome, *system-to-system* kolaboracija je omogućena kroz hostovani sadržaj i kroz transakcije između sistema.

Internet aplikacije se mogu proširiti do znatno većeg nivoa u odnosu na klijent/server i mainframe aplikacije. Korišćenjem XML dokumenata za razmenu podataka i korišćenjem arhitekture zasnovane na porukama su dva pristupa. Iz razloga što su XML dokumenti samoopisujući, sistemi mogu razmenjivati i obrađivati podatke a da ne moraju da znaju tačan predefinisani format dolazećih podataka. Zbog standardnog tekstualnog formata, XML dokumenti se mogu lako prenositi i obrađivati na različitim softverskim platformama i mogu smanjiti količinu vremena i troškove potrebne za izgradnju interfejsa za integraciju aplikacija i njihovo održavanje. Iz perspektive integracije, XML nudi znatno više fleksibilnosti i proširivosti od tradicionalnih integracionih metoda. Ovakva arhitektura podržava fleksibilnu kolaboraciju između partnera u lancu snabdevanja.

Kako su poslovni procesi u lancima snabdevanja po prirodi veoma distribuirani, potrebno je ostvariti vidljivost i koordinaciju duž različitih faza lanca snabdevanja, kao i između više partnera. Da bi se ovo ostvarilo neophodno je implementirati platformu zasnovanu na distribuiranoj arhitekturi koja omogućava many-to-many relacije i pristup informacijama u realnom vremenu.

3. SUPPLY CHAIN OPERATIONS REFERENCE (SCOR) MODEL

SCC (*Supply Chain Council*) je razvio i odobrio *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) model kao multi industrijski standard za upravljanje lancima snabdevanja. Forrester Research je nazvao SCOR model ISO standardom za oblast upravljanja lancima snabdevanja. Trenutna verzija modela je 5.0, a u pripremi je verzija 6.

SCOR je procesni referentni model dizajniran za efektivnu komunikaciju između partnera u lancu snabdevanja.

- Standardni jezik pomaže menadžmentu da se fokusira na pitanja upravljanja.
- Kao industrijski standard, SCOR pomaže menadžmentu da se fokusira na među-kompanijske lance snabdevanja.

SCOR se koristi za opisivanje, merenje i ocenjivanje konfiguracija lanaca snabdevanja.

- *Opisivanje*: SCOR standardne definicije procesa omogućavaju konfiguraciju svakog lanca snabdevanja.
- *Merenje*: SCOR standardna metrika omogućava merenje i benčmarking performansi lanaca snabdevanja.
- *Ocenjivanje*: Konfiguracije lanaca snabdevanja mogu se ocenjivati radi neprekidnog unapređenja i strateškog planiranja.

Modeli referentnih procesa integrišu dobro poznate koncepte reinženjeringa poslovnih procesa, benčmarking i merenje procesa u multi-funkcionalno okruženje.

SCOR je zasnovan na pet odvojenih procesa upravljanja - planiranje, nabavka, proizvodnja, isporuka i povratna logistika, kao što je prikazano na slici 1.

SCOR sadrži tri nivo detalja procesa:

1. Najviši nivo (tipovi procesa);
2. Nivo konfiguracije (kategorije procesa);
3. Nivo elemenata procesa (dekompozicija procesa).



Slika 1. SCOR model

4. WEB APLIKACIJA ZA UPRAVLJANJE LANCI MA SNABDEVANJA

Aplikacija u potpunosti koristi Internet arhitekturu i zasnovana je otvorenim standardima poput XML-a i Web servisa. Dizajnirana je korišćenjem UML (*Unified Modeling Language*) jezika i RUP (*Rational Unified Process*) metoda za projektovanje aplikacija. Na taj način je omogućena izrada kvalitetnog i robusnog softvera u kratkom vremenskom roku. Zahvaljujući moćnom mehanizmu za brzo i bezbedno prenošenje poruka, preduzeća mogu lako da uključe nove partnere u lanac snabdevanja, što je naročito bitno kada se zna da današnje poslovno okruženje karakteriše mnoštvo novih i kraćih poslovnih odnosa.

Ovakvo integrisano rešenje pruža okvir za kolaboraciju sa partnerima kroz privatne servise za razmenu, kao i dodeljivanje prava dobavljačima da neposredno upravljaju svojim katalogizima i narudžbinama.

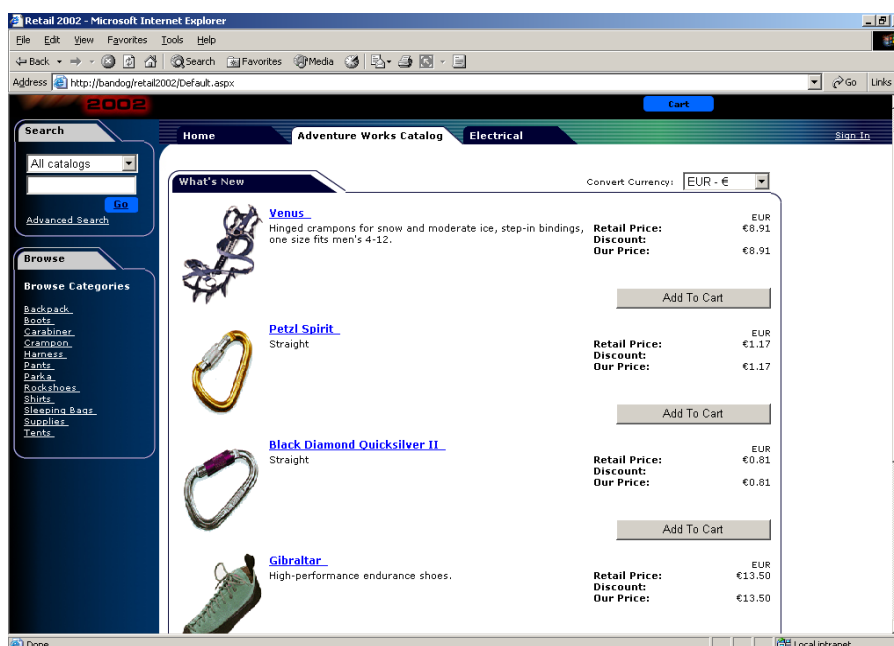
Moduli za analitiku pružaju informacije neophodne menadžmentu za donošenje poslovnih odluka. Oni obuhvataju analizu efektivnosti aplikacije, vrše identifikovanje trendova i grupa korisnika, vrše predviđanja i u skladu sa tim pružaju specifično kreiran sadržaj.

Integrisanjem aktera u lancu snabdevanja ovo softversko rešenje daje vidljivost duž celokupnog lanca snabdevanja i time obezbeđuje pravovremeno reagovanje i pokretanje akcija.

Konektivnost sa bilo kog mesta i sa bilo kog uređaja predstavlja dodatnu vrednost za preduzeća koja na taj način proširuju svoju ponudu na novi deo tržišta.

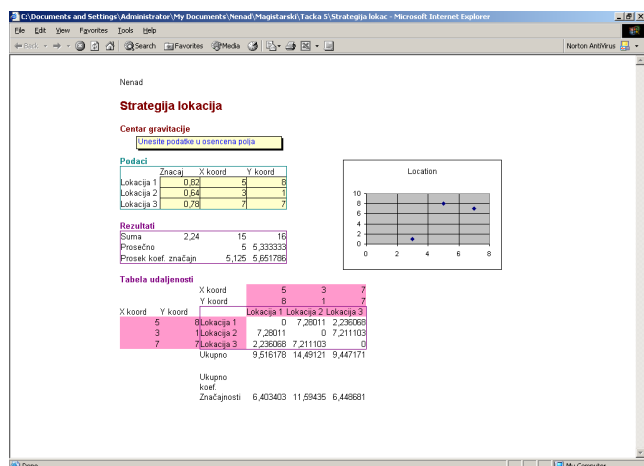
S obzirom na veliku složenost lanaca snabdevanja i neizvesnost današnjeg tržišta nije moguće ostvariti njihovu optimizaciju primenom klasičnih modela. Zato je dizajniran složen simulacioni model koji obuhvata čitav lanac snabdevanja i pruža laku izmenu mnogobrojnih parametara poslovnih procesa, reinženjering postojećih i dizajn novih lanaca snabdevanja.

Na slici 2 prikazan je XML katalog proizvoda koji je deo e-commerce modula aplikacije.

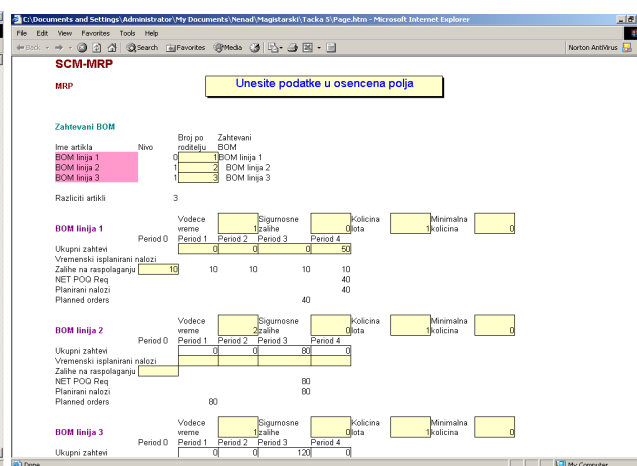


Slika 2. Katalog proizvoda

Na slikama 3 i 4 prikazani su moduli za startegije lokacija i MRP (*Material requirements Planning*).



Slika 3. Strategija lokacija (*Center Gravity metod*)



Slika 4. MRP modul

5. ZAKLJUČAK

Neverovatan rast popularnosti Interneta učinio ga je masovnim medijumom, pružajući priliku za komercijalizaciju. Internet ubrzano postaje novi medijum za obavljanje poslova donoseći velike izazove, ali i prilike. On doprinosi vrednosti kritičnih poslovnih aktivnosti i ako se odgovarajuće implementira, može da utiče pozitivno na poslovne modele tako što donosi efikasnost, kraće vreme izlaska na tržište, itd.

Predstavljeno softversko rešenje omogućava ostvarivanje kolaborativnog lanca snabdevanja, koji koristi Internet arhitekturu za ostvarivanje radikalnih unapređenja u poslovnim procesima.

Mada postoje izazovi u implementaciji elektronskih lanaca snabdevanja, koristi koje se ostvaruju iz integrisanog lanca snabdevanja prevazilaze iste, kako preduzeća shvataju potrebu za informacijama u realnom vremenu i prihvatanju novih poslovnih modela. Kako preduzeća budu ulazila u novo doba globalne konkurencije, elektronski lanci snabdevanja će služiti kao izvanredan katalizator koji će im pomoći u potrazi za tržištem i profitom.

LITERATURA

- [1] *Achieving Supply Chain Excellence through Technology*, Montgomery Research, Inc., 2002.
- [2] Chopra S., Meindl P., *Supply Chain Management*, Upper Saddle River, New Jersey, 2000.
- [3] Ballou H Roland, *Business Logistics Management*, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, 1999.
- [4] Hau L. Lee and Seungjin Whang, *E-Business and Supply Chain Integration*, Stanford University, 2001.
- [5] Heizer J., Render B., *Operations Management*, Prentice-Hall Business Publishing, New Jersey, 2001.
- [6] Fisher, Marshall L. "What is the Right Supply Chain for Your Product", *Harvard Business Review* (March-April 1997), pp. 105–116. HBR reprint 97205.
- [7] Reary B., "Collaborative SCM Improvements With Standardized Technology", PeopleSoft, 2002.
- [8] Roch E., "Application Integration Business Case and Technology Trends", TIBCO, 2002.
- [9] Yellurkar D., "Successfully Managing Distributed Commerce", Yantra Corporation, 2002.
- [10] Wassenhove L., Yucesan E., "The Impact of Web-Based Technologies on Supply Chain Management", INSEAD, 2002.

Summary. *As global markets grow increasingly, competition no longer takes place between individual businesses, but between entire value chains. Collaboration through intelligent e-business networks will provide the competitive edge that enables all the participants in a value chain to prevail and grow. Collaboration requires implementation of information technologies based on Internet and open standards like XML. In this paper, the segment of distributed software application for supply chain management is presented.*



Bojan Z. Damjanović, Zorica V. Tomić¹

SPREGA KORISNIČKI DIZAJNIRANIH RELACIONIH BAZA PODATAKA SA PARAMETARSKIM CAD SISTEMIMA²

Rezime

U radu je prikazan jednostavan primer sprege korisničke baze podataka, konstruisane u poznatom okruženju komercijalnih office alata (Microsoft Access), i parametarskog CAD sistema. Korišćenjem Visual Basic rutina za pristup parametrima modela, na osnovu zapisa iz Microsoft Access baze podataka programski se modifikuju parametarski CAD modeli. Prednost metode je da se parametarski model mašinskog dela čuva u formatu zapisa u **Relacionoj Bazi Podataka**, a ne kao parametarski CAD model.

UVOD

Prvi korak u razvoju aplikacije parametarske baze podataka bio je formiranje Microsoft Access baze podataka kataloga sličnih delova, na osnovu podataka dobijenih iz aplikacije baze podataka "Poslovno Informacionog Sistema" IMK "14. Oktobar". Ova baza sadrži veliki broj delova koji su konstruisani u sastavu serijskog programa građevinskih i rudarskih mašina, i svrstani u grupe (familije) delova sličnih karakteristika, kao što su grupe svornjaka, osovinica, torzionih opruga, itd. Struktura zapisa baze podataka bazira se na formatu zaglavlja karakteristika predmeta na osnovu DIN 4000 i sadrži 9 slovnih oznaka karakteristika predmeta i to: A, B, C, D, E, F, G, H i J.

Tabela 1.: Primer zapisa iz tabele Zaglavlje karakteristika svornjaka

Slova oznaka	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Naziv karakteristike predmeta	prečnik stabla	ukupna dužina	dužina između otvora	dužina od ivice do otvora	unutrašnj i kanali			materija l	
*	43,00	100,00	66,50		nema			Č 0545	
	50,00	194,00	140,50		ima			Č 1530	
	50,00	209,00	157,50		ima			Č 1530	
Jedinica mere	mm	mm	mm						

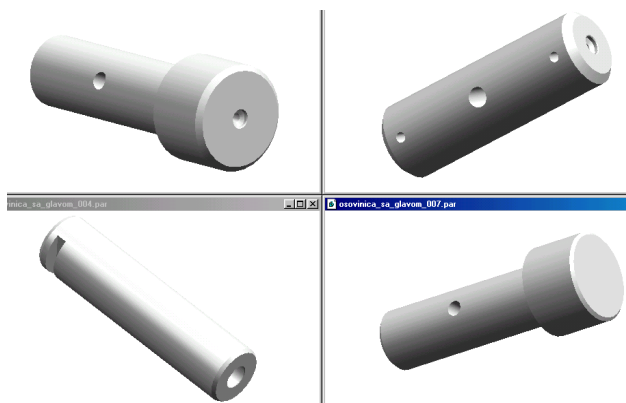
Izdvojeni su karakteristični predstavnici baze podataka i kreirani su njihovi CAD parametarski modeli (slika br.1.), i to tako da njihove dimenzione karakteristike, definisane u modelu kao opšte promenljive, sadrže zapisi baze podataka.

¹ Zorica V. Tomić, dipl. maš. ing. IMK."14. Oktobar", Kruševac, YUGOSLAVIA, e-mail: dboja@ptt.yu.tel, tel: 037/421-502, lok: 2656

Bojan Z. Damjanović, dipl. maš. ing. IMK."14. Oktobar", Kruševac, YUGOSLAVIA, e-mail: dboja@ptt.yu, tel: 037/421-502, lok: 2656

² Rad je nastao u okviru projekta "Integrirane tehnologije i informatički reinženjering za nove i poboljšane proizvode inovacionog preduzeća" čiju realizaciju sufinansira MNTR RS

Sledeći korak je ostvarivanje sprege CAD sistema sa Microsoft Access - om. Većina parametarskih CAD sistema sadrži predhodno kreirane Visual Basic objekte i metode koje omogućavaju spoljašnji pristup sistemu. Kreirani parametarski model karakterističnog predstavnika familije sličnih delova SVORNJAK-OSOVINICA u sebi sadrži definisane parametre koji odgovaraju podacima iz tabele karakteristika. Parametri koji variranjem daju familiju sličnih delova određeni su pre svega kao opisne i dimenzione karakteristike. Opisne karakteristike predstavljaju podatke koji se sadrže u bazi podataka, međutim ne utiču direktno na dimenzione karakteristike parametarskog CAD modela. Primer ovih karakteristika je materijal dela, koji varira nezavisno od oblika, zatim moguća termička obrada u zavisnosti od materijala, identifikacioni brojevi komponenata, postupci izrade itd. Sve su ovo važni podaci koji egzistiraju u relacionoj bazi podataka, ali ne utiču na dimenzione karakteristike opšteg parametarskog modela, koji je jedinstven za određenu familiju sličnih delova.



Slika br 1.: Kreirani parametarski modeli familije delova SVORNJAK-OSOVINICA

Za razliku od baze podataka standardnih mašinskih delova, baza podataka sličnih delova nema jednoznačno parametarski ili tabelarno određene sve dimenzione karakteristike. Posledica je nedoslednost u priraštaju pojedinih dimenzija (na primer dimenzija otvora za podmazivanje koji su istog prečnika za više predstavnika jedne grupe delova, a različite dužine). Tako da je nužnost podela dimenzionih karakteristika koje se pojavljuju na nezavisne, i na zavisne dimenzione karakteristike. Nezavisne karakteristike su primarne i one poseduju numeričke vrednosti u zapisima baze podataka, familija sličnih delova dobija se variranjem njihovih numeričkih vrednosti, ili u redu standardnih brojeva. Numeričke vrednosti zavisnih karakteristika se dobijaju preračunavanjem pomoću ugrađenih funkcija u kojima kao promenljive figurišu nezavisne karakteristike. Funkcije za preračunavanje su deo definicije parametara CAD modela. Preračunavanje se odvija u toku formiranja parametarskog modela mašinskog dela i rezultati se zaokružuju na prvu standardnu vrednost u redu standardnih brojeva. Na ovaj način se značajno smanjuje broj zapisa u tabeli karakteristika relacione baze podataka. Konkretno primera radi nezavisne dimenzione karakteristike osovinice su:

- Prečnik osovinice A
- Dužina osovinice B
- Rastojanje između otvora C

Ostale karakteristike (veličina radijusa zaobljenja ivice, prečnik otvora za podmazivanje, itd.) funkcionalno su povezane u okviru parametarskog modela.

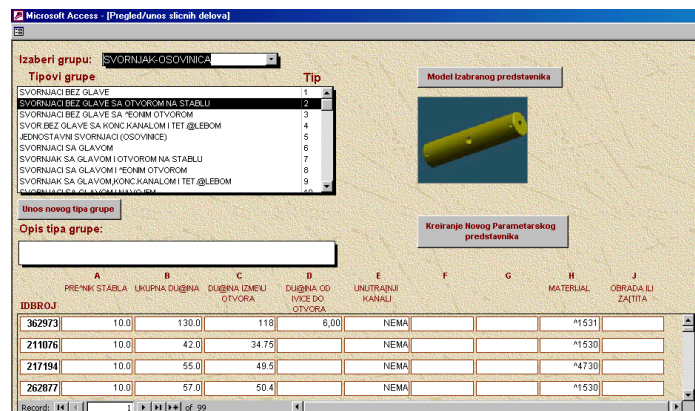
Sam tok procesa je sledeći: CAD sistem **SolidEdge** na osnovu programske rutine pokrenute iz Microsoft Accessa kopira parametarski model karakterističnog predstavnika familije sličnih delova u tekući radni sklop. Dimenzije definisane u modelu kao opšte promenljive dobijaju konkretne vrednosti na osnovu zapisa dobijenog pretraživanjem baze podataka **Kataloga Sličnih Delova** (Slika 2)

Na kraju procesa u radnom sklopu dobijamo insertovan parametarski model konkretnog predstavnika familije sličnih delova koji postoji u proizvodnom programu (postojeća konstruktivna dokumentacija).

Završena konstrukcija sklopa sadrži parametarski model, koji ne postoji u memoriji računara kao parametarski CAD model, već kao zapis u bazi podataka.

Tek prilikom završetka konstrukcije, pri memorisanju sklopa, fizički se kopira parametarski model (osovinica u ovom slučaju).

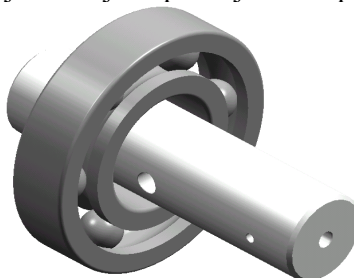
Inicijalna procedura koja se poziva iz baze podataka insertuje izabrani parametarski model u aktivni sklop. Sledeći korak identifikuje dimenzione karakteristike modela koje se menjaju, uzima tekuće vrednosti izabranog zapisa baze podataka i na osnovu njih modifikuje parametre aktivnog modela.



Slika 2.: Baza podataka Kataloga Sličnih Delova

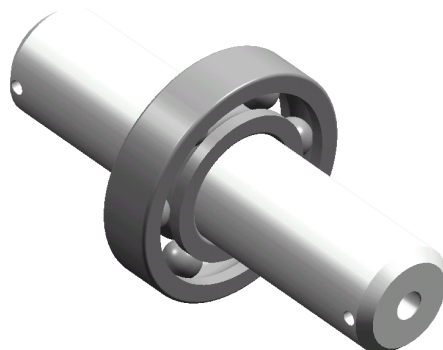
Jednostavnom Visual Basic procedurom u kodu komandnog dugmeta u bazi podataka dobijamo sledeće: promenljivoj imena: A, B, i C parametarskog modela dodeljuje se tekuća vrednost text box-a forme baze podataka.

Naknadna obrada parametarskog modela nudi dvojaku programsku mogućnost pristupa parametarskim modelima, i to: jednostavno insertovanje na željenu poziciju u sklopu (slika br.3),



Slika 3.: Primer fiktivnog sklopa

ili dinamički pristup parametarskim modelima, gde direktna promena dimenzija izmenom zapisa u bazi podataka ili izbor novog člana familije dinamički menja dimenzione karakteristike tekućeg modela i daje prikaz izmena na monitoru u tekućem fajlu.



Slika 4.: Primer dinamičke izmene sklopa

ZAKLJUČAK

Parametarski model mašinskog dela čuva se u formatu zapisa u Relacionoj Bazi Podataka, a ne kao parametarski CAD model što predstavlja ogromnu uštedu memorijskog prostora. U slučaju pada sistema rekonstruišete samo 10 modela koji zamenjuju u ovom slučaju 10 000 parametarskih modela. (u arhivi podataka postoji 16 MB zauzetog memorijskog prostora umesto ranijih 2250 MB fajlova CAD parametarskih modela svakog člana familije). Praktičnu primenu postupak nalazi u izradi brzih varijanti sklopova i podsklopova proizvoda baziranih na postojećoj konstrukciji zatim u toku konstruisanja alata za injekciono livenje polimera, alata za probijanje i prosecanje limova, kombinacijom zamenljivih delova (vođica, čaura, osnovnih ploča alata) gde postoji čitav niz sličnih karakterističnih delova kojise mogu klasifikovati. Primena postoji i u konstruisanju šema alata za stezanje koji se sastavljaju kombinacijom standardnih elemenata (UMA alati), i nestandardnih elemenata karakterističnih za pribor mašine (razni postojeći adapteri, podmetači osovinice, ručice, brze navrtke, namenski konstruisane)

LITERATURA

- [1] Hartman E.: Blending of implicit surfaces with functional splines, Computer Aided Design, Vol.22, 1990.
- [2] Jokanović S.: Research of possibilities problem oriented CAD/CAM system, Beograd, 1997.
- [3] Microsoft Visual Studio: Knowledge base and bug lists 1998.
- [4] DIN 4000 Caption and Characteristic List Definition. 1991.

UNION OF USER DESIGNED RELATIONAL DATA BASE AND PARAMETRIC CAD SYSTEM

Summary

*This paper is representing the simple relationship example of the custom designed data base, constructed in familiar surround of commercial office tools (Microsoft Access), and parametric CAD systems. Using the Visual Basic routines to ingress the parametric model, by the records of Microsoft Access data base program routine modify the parametric CAD model. Advantage of this method is that parametric mchanical part model is recorded as data base record in **Data Base**, not as parametric CAD model.*



D. Vasiljević¹

INFORMACIONA INTEGRACIJA LANCA SNABDEVANJA

Rezime:

U radu se, sa stanovišta fenomena informacione integracije, razmatra koncept upravljanja lancem snabdevanja (SCM). Analiziraju se razlike u nivou integracije između logističkog menadžmenta i SCM. Razmatraju se informacione tehnologije putem kojih se ostvaruje svojstvo integrativnosti lanca snabdevanja: Elektronska razmena podataka (EDI) i B2C elektronska trgovina.

1. UVOD

Lanac snabdevanja predstavlja složenu mrežu poslovnih sistema i relacija između njih. Poslovni sistemi koji čine lanac snabdevanja se, prema [3], mogu grubo svrstati u osnovne i prateće elementa lanca. Osnovni elementi lanca snabdevanja su ona preduzeća u kojima se izvršavaju operacionalne i upravljačke aktivnosti i koja isporučuju specifičan output drugim elementima lanca. Toj grupi pripadaju snabdevači, proizvodna preduzeća, distributeri, veleprodajni centri, itd. Prateće elemente čine preduzeća koja obezbeđuju resurse za podršku poslovnih procesa osnovnih elemenata lanca. To su npr. banke koje obezbeđuju novac, preduzeća koja iznajmljuju i obezbeđuju skladišne prostore, preduzeća koja štampaju propagandne materijale, preduzeća koja iznajmljuju transportna sredstva, konsultantske i medijske kuće, itd. Neka preduzeća mogu izvršavati istovremeno i osnovne i prateće aktivnosti.

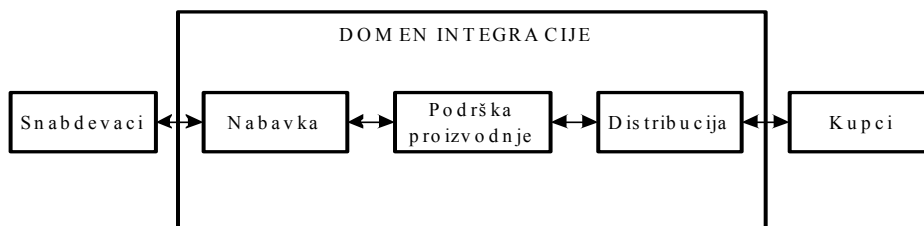
Upravljanje lancem snabdevanja SCM (Supply Chain Management) označava složen sistemski pristup koji se koristi za integraciju organizacionih sistema – elemenata lanca i poslovnih procesa između njih, tako da se roba proizvodi i distribuira u potrebnim količinama, prema utvrđenim odredištima, u zahtevano vreme, a u cilju minimizacije ukupnih troškova sistema. Osnovni benefit integracione filosofije SCM je praćenje i minimizacija troškova na nivou lanca snabdevanja kao celine, nasuprot tradicionalnih pristupa koji se bave parcijalnim troškovima na nivou elemenata lanca snabdevanja. Na taj način se savremenim SCM pristupom, pored većih efekata u snižavanju troškova, ostvaruje i veći stepen društvene korisnosti. Sredstva putem kojih se ostvaruje integracija elemenata lanca snabdevanja su savremene informacione i telekomunikacione tehnologije i one se zato često nazivaju integrantom. Integracija poslovnih procesa u lancu snabdevanja vodi ka virtuelnoj organizaciji elemenata lanca snabdevanja.

2. NIVOI INFORMACIONE INTEGRACIJE

Integracija elemenata lanca snabdevanja je, navodi [1], praćena teškoćama iz nekoliko razloga. Osnovni razlog je u činjenici da je lanac snabdevanja dinamički sistem u kome se stalno menjaju i usklađuju odnosi između elemenata lanca. Pored toga, različiti elementi lanca snabdevanja često imaju međusobno suprotstavljene ciljeve. Npr. cilj proizvođača da proizvodi i isporučuje velike količine proizvoda u suprotnosti je sa ciljem distribucionih centara da smanje zalihe. Cilj snabdevača je da isporučuje velike količine sirovina proizvođačima i to po mogućstvu u fleksibilno utvrđenim rokovima, a sa druge strane mnogi proizvođači su suočeni sa nestabilnom tražnjom i pogoduje im pravovremeno, just-in-time snabdevanje kojem su svojstvene visoka učestanost isporuke i manje količine, itd.

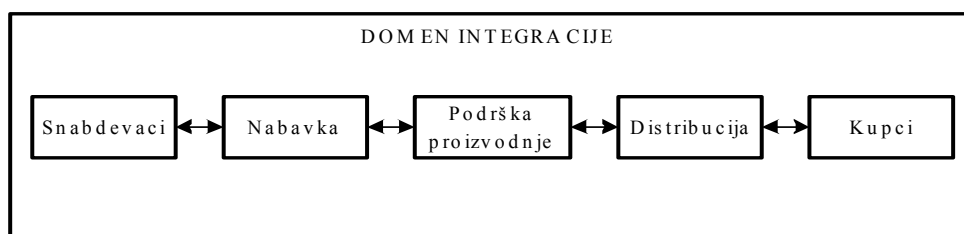
¹ Dr Dragan Vasiljević, docent Fakulteta organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu, Jove Ilića 154, tel: (+381-11) 39-50-862, E-mail: vasiljevic@fon.fon.bg.ac.yu

Nivo informacione integracije može se analizirati horizontalno i vertikalno. Horizontalno posmatrano, razlikujemo dva nivoa integracije: logističku i integraciju lanca snabdevanja. Logistički menadžment integriše osnovne logističke procese preduzeća. To je niži, interno orijentisan stepen integracije koji se odnosi na koordinaciju nabavke, proizvodnje i distribucije.



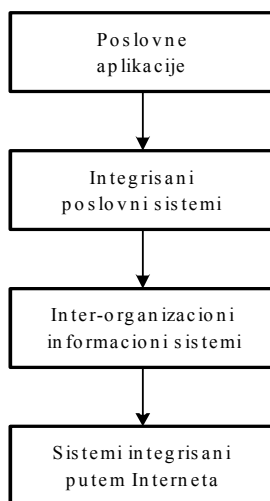
Slika 1. Logistička integracija

Ukoliko se domen integracije uveća uključivanjem snabdevača i kupaca, onda se takav eksterno usmeren oblik integracije označava kao SCM. U praktičnom smislu, ovakav viši nivo integracije se ispoljava u obliku zajedničkog pristupa informacijama i koordiniranom delovanju poslovnih partnera, posebno u poslovima planiranja i monitoringa poslovnih procesa.



Slika 2. Integracija lanca snabdevanja

Vertikalna analiza nivoa informacione integracije podrazumeva pozicioniranje u hijerarhiji koju nameće razvoj informacionih sistema. Viši nivo integracije u informatičkom smislu označava napuštanje klasičnog ustrojstva u kojem informacioni sistemi poslovnih funkcija, odnosno poslovne aplikacije podsećaju na "izolovana ostrva" i funkcionišu nezavisno sa minimalnom razmenom informacija koja se najčešće ne odvija u realnom vremenu i sa vrlo izraženom redundansom podataka. Generacija savremenih integrisanih informacionih sistema primerenih SCM podrazumeva da poslovni partneri "dele" digitalne informacije u smislu da im pristupaju u realnom vremenu uz punu kompatibilnost sistema kojima raspolažu. Takvi poslovni informacioni sistemi se označavaju kao inter-organizacioni. Najviši nivo informacione integracije predstavljaju sistemi integrisani putem Interneta.

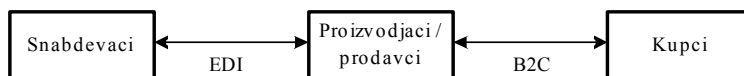


Slika 3. Evolucija informacione integracije

3. INFORMACIONE TEHNOLOGIJE U SCM

Postoje dve osnovne informacione tehnologije koje obezbeđuju integraciju lanca snabdevanja:

- Elektronska razmena podataka; i
- B2C elektronska trgovina.



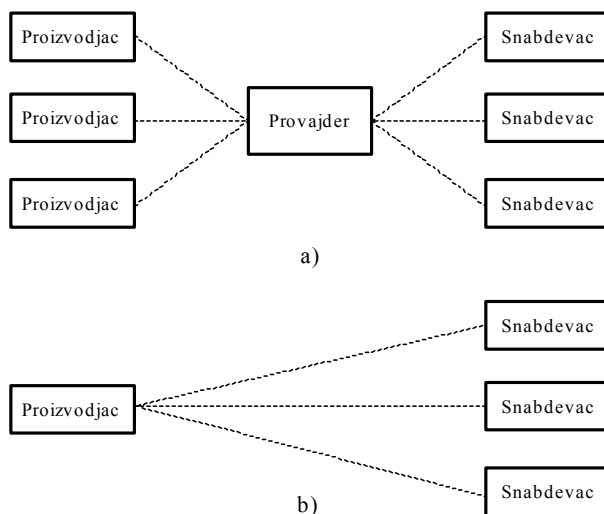
Slika 4. Informacione tehnologije lanca snabdevanja

Elektronska razmena podataka EDI (Electronic Data Interchange) zamenjuje tradicionalne, verbalne i pisane oblike poslovne komunikacije u procesima snabdevanja savremenim elektronskim. Može se definisati kao inter-organizaciona, B2B (Business to Business) razmena strukturiranih poslovnih transakcija između dve računarske aplikacije u standardnom formatu. Ova definicija ima nekoliko osnovnih elemenata: najpre, svaka EDI transakcija je strukturirana iz kodova, vrednosti i ako je potrebno kratkog teksta. Pri tom treba imati u vidu da EDI koristi nekoliko sistema jednoznačnog označavanja proizvoda, tj. kodiranja. U upotrebi su:

- EAN (European Article Number);
- UPC (Universal Product Code); i
- NNN (Nato Nomenclature Number).

Dalje, definicija naglašava da je svaka EDI transakcija standardnog formata. Standardi su međunarodno usaglašeni i obezbeđuju mašinsku prepoznatljivost podataka. I na kraju, čitanje i obrada podataka se vrši bez potrebe dodatne ljudske intervencije.

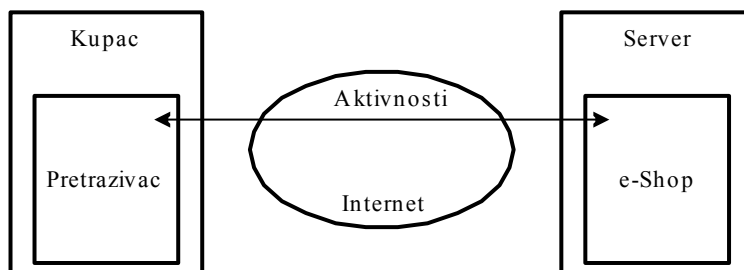
U praksi funkcioniše nekoliko tipova EDI sistema. Najčešći je sistem tipa VAN (Value Aided Network), odnosno "više kupaca - više snabdevača" gde sve transakcije putuju preko posrednika koji obezbeđuje EDI servis (slika 5a). Ređi sistem je tipa "jedan kupac - više snabdevača" putem kojeg se preduzeće koje je i vlasnik i korisnik EDI servisa neposredno snabdeva od većeg broja snabdevača, što je znatno skuplje rešenje po pitanjima implementacije i održavanja sistema i podrazumeva pristanak snabdevača da budu deo jedne takve mreže (slika 5b). Pored toga, EDI se može koristiti i putem Interneta. To je rešenje za koje se poslednjih godina opredeljuje veliki broj kompanija zbog niskih troškova, iako postoji problem sigurnosti podataka koji se prenose putem Internet EDI-ja.



Slika 5. Osnovni pojavni oblici EDI sistema prema [3]

EDI tehnologiju najčešće koriste oni organizacioni sistemi koja imaju potrebu za velikim brojem poslovnih transakcija, od preduzeća koja imaju raznovrstan proizvodni program ili proizvode složene proizvode, preko hiper-marketa i bolničkih centara, do složenih sistema kakvi su npr. PTT ili Vojska.

B2C elektronska trgovina predstavlja trgovinu tipa Business to Customer, odnosno servis koji na elektronskom tržištu posreduje i povezuje individualne kupce i preduzeća koje nude i prodaju proizvode i/ili usluge. Tri su osnovna činioca potrebna za ovakav oblik trgovine: kupac sa web pretraživačem, e-Shop na serveru i Internet veza između njih. Ovakav oblik trgovine ne mora da bude isključivo povezan za najčešće korišćeni Internet, već se može obavljati i putem drugih mreža poput npr. televizijskih kanala u SAD, Minitela u Francuskoj, itd.



Slika 6. Struktura B2C Internet trgovine, modifikovano na osnovu [5]

B2C Internet trgovina može se primenjivati u svim fazama trgovine počev od pretraživanja, pregovaranja, naručivanja, fakturisanja, plaćanja, praćenja isporuke i podrške posle prodaje. U tom smislu ona ima širi domen od EDI-ja koji ne pokriva sve navedene aktivnosti.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu prethodno rečenog može se doneti nekoliko osnovnih zaključaka. Najpre, SCM podrazumeva inter-organizacionu informacionu integraciju, kao i integraciju podržanu Internetom, sa ciljem da se misija logistike i minimizacija troškova ostvare ne na nivou komponenti, već lanca snabdevanja kao celine. To predstavlja viši nivo informacione integracije u odnosu na logistički koncept. Elektronska trgovina obuhvata sve on-line transakcije u lancu snabdevanja i ostvaruje se putem elektronske razmene podataka (EDI), kao B2B servisa između snabdevača i preduzeća koje proizvodi proizvode i/ili pruža usluge, i B2C digitalne trgovine koja omogućava sučeljavanje ponude i tražnje na elektronskom tržištu roba i usluga namenjenim pojedinačnim potrošačima i korisnicima.

LITERATURA

- [1] Bowersox, D., Closs, D., Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process, McGraw-Hill, 1996.
- [2] Levi, D., Kaminsky, P., Levi, E., Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies, McGraw-Hill Higher Education, 2000.
- [3] Stock, J., Lambert, D., Strategic Logistics Management, McGraw-Hill Higher Education, 2001.
- [4] Vasiljević, D., Menadžment logistike i snabdevanja u sistemu elektronskog poslovanja, Zbornik radova na CD-u simpozijuma o računarskim naukama i informacionim tehnologijama YU INFO 2002, Kopaonik, 2002.
- [5] Whiteley, D., E-Commerce: Strategy, Technologies and Applications, The McGraw-Hill Companies, 2000.

INFORMATION INTEGRATION OF SUPPLY CHAIN

Abstract:

This paper considers SCM (Supply Chain Management) from the viewpoint of information integration. Differences between logistics management and SCM integration level have analysed. Two basic information technologies for achievement of supply chain information integration are presented: EDI (Electronic Data Interchange) and B2C electronic commerce.



Bratislav Veljković¹, Vladimir Mijović²

OPISys™ - platforma za izgradnju informacionih sistema

OPISys (Object and Process Integration System) je sistem za integraciju baziran na objektima i procesima. OPISys je univerzalna platforma za razvoj informacionih sistema, potpuno zaokružena, jer sadrži i teoretske osnove, detaljna uputstva za praktičnu realizaciju i sam softver. Dakle, u pitanju je i metodologija razvoja informacionih sistema. OPISys integriše - ne samo raznorodne softverske platforme, npr različite baze podataka i programske jezike, već što je mnogo bitnije, omogućava brzu i pouzdanu nadogradnju informacionih sistema. OPISys uključuje menadžment. Ne postoji nijedna platforma toliko okrenuta prema menadžmentu. Informacioni sistem se pravi za menadžere, a oni ga prave tako što definišu procese. U ovom radu se izlaže koncept OPISys platforme i pokazuje se njena efektivnost i efikasnost u izgradnji informacionih sistema.

UVOD

Razvoj informacionih sistema (IS) danas ne podleže istim pravilima kao pre dvadeset ili deset godina. Uzrok tome su promenjene okolnosti u kome se svetski biznis odvija. Sve se mora raditi mnogo brže i efikasnije. Dok su se informacioni sistemi ranije razvijali godinama, danas za to više nema uslova - preduzeće može mnogo puta pre toga da bankrotira. Apsolutno je besmisleno da se otkaže posao sa velikim partnerom zato što ne postoji odgovarajuća softverska podrška da se posao odradi. Elektronsko bankarstvo je 2001. godine bio daleki cilj za većinu srpskih banaka. Danas je to jedan od kriterijuma da li će banka uopšte poslovati. Danas naša privreda radi isti posao mnogo duže od zapadnih konkurenata, jer brzinu rada određuje neefikasnost birokratije i planiranja. Ako proizvodnja može da odradi posao za 3 dana, i dalje će od trenutka podnošenja zahteva od strane kupca do isporuke proticati dve, tri ili više nedelja. U takvoj situaciji pristup da se informacioni sistem, koji bi trebao da reši te probleme, razvija 12, 18 i više meseci ne zvuči kao rešenje.

Rešenje odavno postoji i sastoji se u reinženjeringu postupka razvoja softvera. Izmene se sastoje u sledećem:

Oblast	Metod izgradnje softvera	
	Konvencionalni	Savremeni
Razvoj celokupnog sistema	Sveobuhvatni	Inkrementalni
Otvorenost	Integralni	Integrisani
Pristup razvoju softverskih celina	Modularni	Komponentni
Akcenat naručioca	Definisanje zahteva	Definisanje procesa
Akcenat proizvođača softvera	Razvoj i dopuna softverskih modula	Izbor i integracija komponenti
Ponuda gotovog softvera	Celovita rešenja Nadgradnje postojećih platformi	Univerzalne komponente Standardni protokoli Sistemske softver Platforme za izgradnju i integraciju
Informacioni sistem pokriva	Zakonski obavezne postupke Standardizovane postupke	Značajne poslovne procese

Ranija ponuda na softverskom tržištu, do sredine 1990-tih, uglavnom se sastojala iz gotovih, celovitih, integralnih ("sve u jednom") rešenja. Takva rešenja su idealna za proizvođače softvera: napravi se koliko toliko univerzalni softver koji se nudi zainteresovanim kupcima. Ako potrebno, taj softver se prilagođava specifičnim potrebama kupca. Da bi softver bio "univerzalan", moguće je na taj način pokriti postupke i procese koji su zaista univerzalni, a to su oni koji su zakonski definisani (knjigovodstvo), formalno standardizovani (ISO standardi i npr EDI) ili dosta ustaljeni u praksi (npr razmena dokumenata u komercijali). Ukoliko osnovni softver ne pokriva očekivanja i potrebe kupca, potreban je poseban projekat da se izradi dodatni softver. Obzirom da to zahteva poznavanje osnovnog softverskog paketa koji bi trebao

¹ Bratislav Veljković, dipl.ing., CIM College d.o.o., tel. (+381) 18 711 725, 711 802, www.cimcollege.co.yu

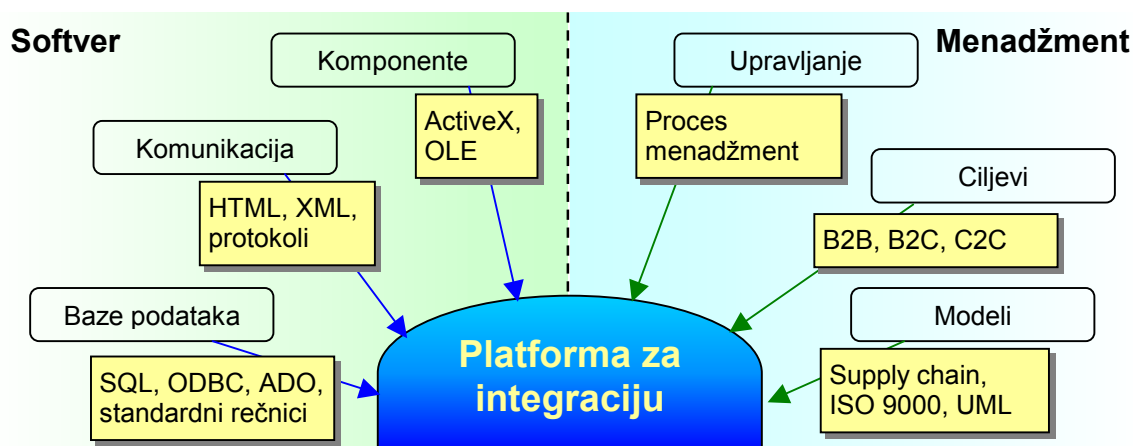
² Vladimir Mijović, dipl.ing., CIM College d.o.o., tel. (+381) 18 711 725, 711 802, www.cimcollege.co.yu

da se dopuni, potrebna je dugotrajna obuka programera ili, što je češći slučaj, da sama softverska kuća radi doradu. Sve to dugo traje, uz brojne sukobe da li je neki zahtev kupca obuhvaćen ili ne ugovorom. U takvim okolnostima, najveće šanse su imali gotovi paketi koji su dugo egzistirali na tržištu, i koji su prema tome vremenom nadopunjavani i proširivani - broj takvih paketa u svetskim okvirima nije prelazio desetak sa cenom reda veličine milion dolara. Realna primenljivost tih paketa nije u prevelikoj korelaciji sa cenom.

Reinženjering razvoja softvera je počeo sa velikim promenama u svetskom biznisu, početkom 1990-tih [1]. Tada nastaju opšte prihvaćeni i primenjeni pojmovi kao što su globalizacija, proces menadžment, B2B, B2C (Business to Business, Bussiness to Customer), Internet. Glavni kriterijum je sve manje cena i apsolutni kvalitet, već se fokus prebacuje na brzinu odziva, prisutnost i ispunjenje potreba kupca. Isti oni menadžeri koji su pre deset godina nepoverljivo slušali kako stanje svojih zaliha mogu da prate preko laptopa bilo gde u svetu, danas smatraju sasvim normalnim da to isto stanje vide na svom mobilnom telefonu, uključujući i trenutnu poziciju svih pošiljki kupcima. Konvencionalni pristup razvoja softvera to ne može da pruži.

KOMPONENTE, PROCESI I PLATFORMA

Globalizacija podrazumeva standardizaciju. Standardizacija softvera nije posledica dogovora vodećih proizvođača, kao što je bilo ranije, već je posledica praktičnog ograničenja da nijedna firma nije u stanju da kontroliše sve aspekte primene softvera. Dok su pre dvadeset godina IBM, DEC i Honeywell mogli da prave sav hardver i sav softver, danas čak ni Microsoft ne može da pokrije više nego poneki segment tržišta. Tako je nastala logična podela softverskih kuća na one koji prave sistemski softver (operativni sistemi, mrežni softver, baze podataka), platforme (programski jezici, platforme za integraciju komponenti), komponente (gotove komponente specijalne namene) i aplikativni softver. Umesto "integralno", sve u jednom, govori se o "integrisanom". Standardizacija dolazi ne samo sa softverskog aspekta, već i za poslovnog, menadžerskog:



Slika 1: Standardizacija i platforma za integraciju

Ključni preduslov za razvoj otvorenog softvera, međusobna komunikacija i kompatibilnost je rešena i stalno se nadograđuje. Nije u pitanju samo Internet i XML, već i brojni protokoli koji definišu format zapisa (dokumenata) koji se razmenjuju za poslove određene namene. Dovoljni pokazatelj je da je glavni Microsoftov adut danas BizTalk, koji brine o implementaciji tih protokola. Konvencionalni pristup je izrodio EDI (Electronic Document Interchange), koji je trebao da pokrije postupak međunarodne prodaje. EDI je bio kompleksan, zatvoren i preskup. Novi protokoli su otvoreni, jeftiniji i primenljiviji. Softverska "strana" razvoja IS je dosta pokrivena, menadžerska nešto manje, ali u sasvim dovoljno da potpuno odredi jedan informacioni sistem. Umesto metoda upravljanja koje su se ograničavale na jedan od poslovnih podsistema (MRP za planiranje resursa, PPS za planiranje proizvodnje), sada se upravljanje generalizuje na visokom nivou kroz proces menadžment. Umesto detaljnog znanja o pojedinim postupcima, sada je menadžeru dovoljno znanje o upravljanju procesima, njihovom opisivanju, merenju i poboljšavanju. Ciljevi IS su takođe jasni. Više se ne govori o finansijama ili pogonskom knjigovodstvu. Teme su B2B, B2C, C2C, kako približiti svoj biznis kupcima i integrisati ga sa drugim ponuđačima. Opet se umesto dela sagledava celina. Metodologija kako stići do toga, odnosno, modeli kako urediti sistem su takođe razrađeni: od ISO 9000, preko Supply Chain (uređenje lanca vrednosti) do Balanced Scorecard [2].

Takav informacioni sistem je neumitno heterogen i potrebno je vezivno tkivo koje će ga držati na okupu, objedinjavajuća platforma. Poenta platforme nije da pruži softversko rešenje određenog problema - u

dinamičnom biznisu danas problemi i rešenja stalno naviru, već da pruži dobru osnovu za rešavanje tih problema. A za to je menadžmentu potrebna metodologija, a programerima softverski okvir.

PLATFORME JUČE, DANAS I SUTRA

Softverske platforme nisu novina. Postoje praktično od 1980-tih, što možemo smatrati jučerašnjicom, kraja 1990-tih i početka 2000-tih, današnjice i onog što nas očekuje 2005. nadalje, sutrašnjice.

Kada	Zasniva se na	Platforma	Fokus
Juče (1990)	Relacione baze, objektno programiranje, IDEF i slični modeli	Okruženje za pravljenje baza i aplikacija, CASE	Baze podataka
Danas (2000)	Procesni model, objektno projektovanje, komponente	Okruženje za automatizaciju procesa i integraciju komponenti i protokola	Procesi
Sutra (2005)	Biznis model, ontologija, agenti	Okruženje za planiranje, procenu i upravljanje biznisom, automatski procesi	Biznis

Stare platforme su pravili programeri za programere. Smatralo se da je najbitnije da se napravi dobar model podataka, odnosno da se isprojektuje baza podataka. Smisao informacionog sistema se svodio na registrovanje i numeričku obradu podataka. Smisao aplikacija je unos, pregled i obrada podataka u bazama.

Današnje platforme su okrenute menadžerima. Fokus nije na bazama podataka, već na procesima. Devedesete su u menadžmentu u prvi plan izbacile poimanje kvaliteta kao poboljšanje funkcionisanje čitavog sistema. Način da se to ostvari je poboljšanje procesa. Stoga se današnje platforme bave onim što je menadžmentu bitno - uređenjem procesa da rade što brže, efikasnije i efektivnije. Zadatak platforme je da obezbedi laku automatizaciju i merenje poslovnih procesa, a to se postiže uklapanjem gotovih komercijalnih komponenti i specijalizovano razvijenih, na bazi postojećih softverskih standarda (slika 1).

Sutrašnje platforme će sve manje govoriti o softveru, a sve više o biznisu. Iako se već danas primenjuju svi elementi koje će činiti srž budućih informacionih sistema (*data mining, knowledge management, ocene uspešnosti biznisa, softverski agenti*), njima nedostaje jasna integrativna veza. Odgovor na to treba da da menadžment kao nauka. Možda će se umesto današnjeg reinženjeringa, popravljajući postojećih procesa, radije ići na kupovinu gotovih procesa, *know how*. Možda će prevladati neki model za uređenje biznisa i ontologija za njegovo opisivanje (umesto današnjeg UML), pa će postojati gotove komponente i protokoli za pojedine elemente biznisa. Bilo šta bilo, informacioni sistemi će biti okrenuti ka tome da daju procene kako da se biznis pozicionira sutra i kako funkcioniše danas, a ne šta je bilo urađeno juče.

OPISYS PLATFORMA

OPISys (Object & Process Integration SystemTM, CIM College d.o.o.) je savremena platforma koja je optimizovana za razvoj informacionih sistema u današnjim uslovima biznisa [3]. Predstavlja i teoretsku i metodološku osnovu, kao i softverski sistem. Ključne komponente OPISys su:

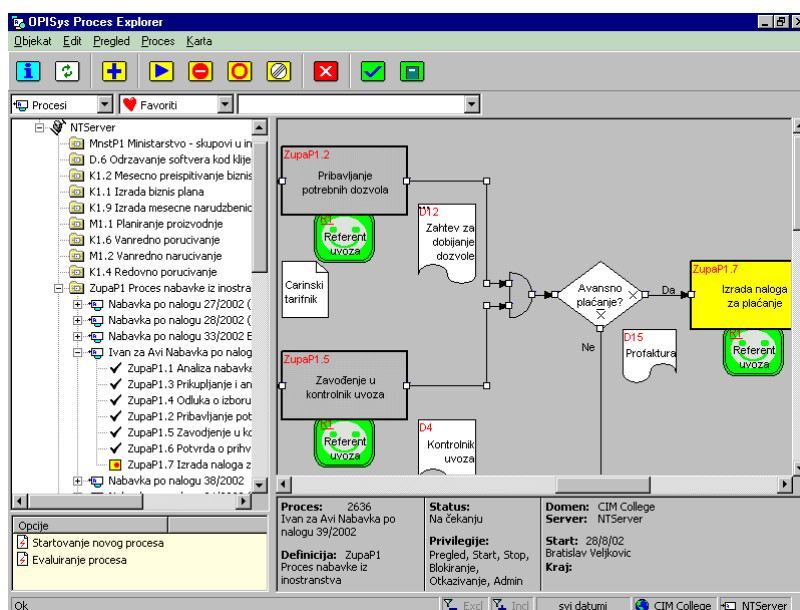
- **Procesi**
Opisivanje, automatizacija, merenje i poboljšanje procesa.
- **Objekti**
Definisanje elemenata IS (dokumenti, baze) kao objekata i integracija sa gotovim komponentama; metodologija za razvoj komponenti za automatizaciju procesa i biznis pravila vezanih za objekte.
- **Integracija**
Interno se primenjuju savremeni standardi i protokoli, od ADO i XML do UML, što omogućava laku integraciju sa drugim softverima i komunikaciju u mreži (Internet, Intranet).

Ukratko, ideja OPISys može se sažeti u sledećem: Menadžeri na formalni način opisu svoje poslovne procese (Visual Processes softver), što se automatski prevodi u programski opis softvera. U procesu se identifikuju dokumenti i podaci koji se prevode u objekte, eventualno u entitete u bazi podataka. Po potrebi se razvijaju specijalizovane komponente koje opisuju biznis pravila u procesima i biznis pravila vezana za objekte. Izgradnja informacionog sistema se svodi na identifikaciju značajnih procesa, njihovo snimanje, opisivanje i uklapanje postojećih ili razvoj novih komponenti. Jednom definisani proces preuzima OPISys. Sistemski softver omogućava rad sa procesima i njihovo upravljanje u realnom vremenu (slika 2).

Snaga OPISys je u brzini i ciljanosti izgradnje IS. Automatizacija jednog procesa, recimo nabavke, prodaje ili praćenja proizvodnje, sa umerenim angažovanjem manjeg programerskog tima traje 1-3 meseca, zavisno od toga da li i u kojoj meri se koriste gotove komponente. Vreme razvoja i implementacije softvera za ključne procese traje maltene onoliko dugo koliko je u konvencionalnom pristupu razvoja IS potrebno za specifikaciju zahteva i globalni projekat. Dobijeni rezultat je pri tome potpuno usaglašen sa trenutnim potrebama organizacije. Vreme dugog planiranja, projektovanja i razvoja je jednostavno prošlo. Brzina izgradnje IS se povećava korišćenjem nekih od brojnih gotovih podsistema i komponenti. Od podrazumevanih finansija i knjigovodstva, preko magacina, nabavke, prodaje, do praćenja toka novca.

Integracija u OPISys podrazumeva otvorenost. Nebitno je koja baza podataka će biti korišćena (SQL Server, Oracle i dr), koji programski jezik ili sa čime će biti vršena integracija (npr Microsoft Office). Potpuna je otvorenost i prema spolja. Opisani procesi i objekti automatski postaju dostupni preko Interneta, bez ikakvog programiranja (B2C). Proces i mogu razmenjivati i nastavljati na različitim lokacijama (B2B). OPISys EDM (Electronic Document Management) podsistem omogućava upravljanje celokupnom dokumentacijom i podacima u sistemu.

Bitan zadatak menadžmenta, poboljšanje procesa, maksimalno je podržano u OPISys. Pomoću alata koj su sastavni deo platforme, moguće je pratiti i analizirati troškove, ocenjivati procese preko parametara efektivnosti i efikasnosti, analizirati stabilnost i tražiti uska grla preko statističke analize procesa.



Slika 2: OPISys Process Explorer

ZAKLJUČAK

Konvencionalni pristup razvoju informacionih sistema ne može da izdrži pritisak savremenog biznisa. Sada su potrebne nove platforme, novi pristup. Današnjica nameće potpuno otvorene, procesno i objektno orijentisane platforme. OPISys je jedna od njih. Uspešnost primene ovakve platforme dokazana je implementacijama u raznim oblastima, od administracije (Ministarstvo za nauku RS) do raznih grana privrede, gde su efikasno i precizno dostignuti ciljani rezultati. Ovo je jasan znak da sve softverske kuće i organizacije koje razvijaju IS moraju da preispitaju svoj dosadašnji način rada.

LITERATURA

- [1] V. Stoilković, B. Veljković i dr, Poboljšanjem do svetske klase, CIM College, 1998.
- [2] CIM College, OPISys, Quality Business Management 3/2002, 6/2002, 9/2002.
- [3] CIM College, OPISys – menadžerski pogled, 1999.

Abstract

OPISys (Object and Process Integration System) is universal platform for development of IT systems based on objects and processes. OPISys is platform that integrates different databases and programming languages and enables reliable IT system upgrade. This paper presents OPISys platform and points out to comparative advantages.



Dejan Vučković¹, Miroslav Pilipović²

VIRTUALNA PROIZVODNJA U PROIZVODNJI CILINDARSKIH SKLOPOVA³

Re z i m e

Virtualna proizvodnja je koncept primenjen u projektovanju savremenih proizvodnih sistema i omogućava realizaciju proizvodnih procesa u sintetičkom kompjuterskom okruženju na isti način kao i u realnim uslovima. Rad daje koncept i metodologije premenjene u projektovanju virtualnih proizvodnih sistema orijentisanih upravljanju. Dati su primeri primene postavljenog koncepta i savremenih CAD/CAM/CNC sisteme u projektovanje virtualne proizvodnje za cilindarske sklopove.

1. UVOD

Pritisici globalnog tržišta usled sve veće konkurencije, skraćanja životnog veka proizvoda, varijantni proizvodi, i stalni zahtevi kupaca za kvalitetnijim proizvodima su neki od faktora koji bitno utiču na savremenu proizvodnju. Globalizacija je sadašnja paradigma i trenutni model ekonomije. Njoj odgovara ne samo ideja globalnih tržišta, već i koncept globalnih mreža, u globalnoj ekonomiji, koristeći pun potencijal informacionih i komunikacionih tehnologija. Napredak u informacionim i komunikacionim tehnologijama omogućava da proces bude proširen preko kontinenata, kreirajući tržišta i sisteme ne samo globalno i distribuirano, već takođe i virtualno.

Uvažavajući napred data ograničenja, vodeće, multinacionalne globalne kompanije pristupaju istraživanju i uvođenju novih savremenijih metoda i tehnika projektovanja, kao i novih oblika planiranja i upravljanja proizvodnjom. Između ostalog CIM koncept integriše sve kompjuterizovane aktivnosti proizvodnog preduzeća a u oblasti projektovanja nov koncept je definisan – virtualni proizvodni sistemi. Oba koncepta danas podrazumevaju intezivnu primenu globalne računarske mreže Internet.

Polazeći od potrebe reinženjeringa domaće industrije prerade metala i postizanja međunarodne konkurentnosti domaćih proizvoda i tehnologije, ovaj rad daje jedan deo rezultata postignutih u modeliranju i primeni koncepta virtualne proizvodnje a za potrebe domaće industrije na primeru proizvodnje cilindarskih sklopova.

2. DEFINICIJA I METODOLOGIJE MODELIRANJA VIRTUALNIH PROIZVODNIH SISTEMA

Postoji više definicija virtualne proizvodnje u profesionalnoj literaturi od kojih su brojne analizirane u [5] i [7]. Autori ovog rada su prihvatili kao pogodnu definiciju “virtualni proizvodni sistem je integrisano sintetičko proizvodno okruženje namenjeno unapredjenju svih nivoa upravljanja i odlučivanja” i može biti: projektovanju orijentisan virtualni proizvodni sistem, proizvodnji orijentisan virtualni proizvodni sistem i upravljanju orijentisan virtualni proizvodni sistem. Projektovanju orijentisana virtualna proizvodnja koristi simulacione tehnike u cilju optimizacije projektovanja proizvoda i procesa za specifične ciljeve kao što su: projektovanje za proizvodnju i montažu, projektovanje za kvalitet, fleksibilnost i sl. Proizvodnji orijentisana virtualna proizvodnja obezbedjuje virtualno okruženje za generisanje tehnoloških postupaka izrade, planove proizvodnje, planove korišćenja resursa i sl. Upravljanju orijentisana virtualna proizvodnja obezbedjuje informacije za optimizaciji proizvodnog procesa i koristi simulaciju sistema upravljanja i samog procesa na bazi matematičkih modela.

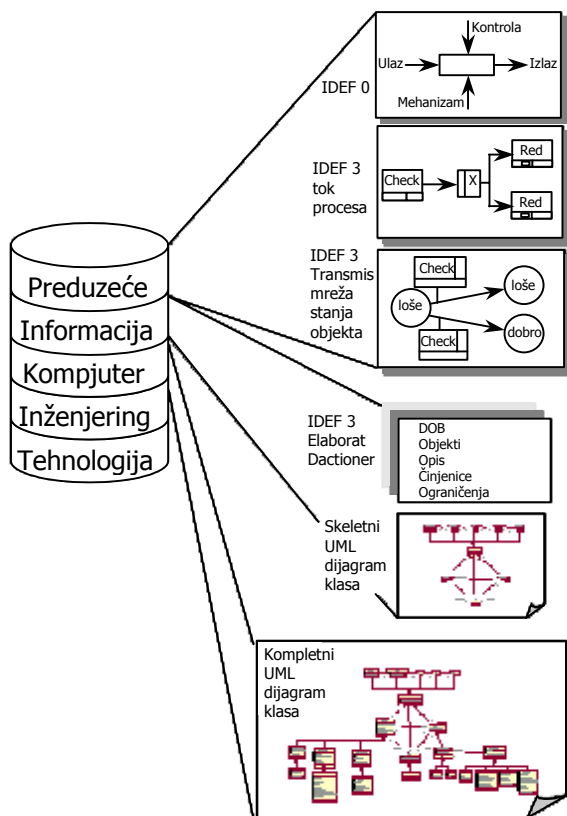
Projektovanje i modeliranje virtualnih proizvodnih sistema je kompleksan zadatak koji uključuje korišćenje širokog spektra metoda u različitim fazama projektovanja. U fazi konceptualnog projektovanja

¹ Dejan Vučković, dipl. maš. inž., student poslediplomskih studija Mašinskog fakulteta u Beogradu

² Prof. dr Miroslav Pilipović, Mašinski fakultet Beograd, 27, marta 80, e-mail: mpilipo@alfa.mas.bg.ac.yu

³ Projekat MIS0192, tehnološkog razvoja podržan od strane Ministarstva za nuku, tehnologije i razvoj Republike Srbije

dominantna je intuicija projektanta, dok se u fazi detaljnog projektovanja koriste različite metode i alati za modeliranje detalja sistema. Pored novih postupaka u projektovanju proizvoda i proizvodnih sistema, virtualni proizvodni sistemi koriste niz postojećih znanja i razvijenih sistema, otvarajući pitanja njihove integracije. Danas postoji razne metode i objektno orijentisani jezici za modeliranje virtualnih proizvodnih sistema, međutim najčešće korišćene metode su: IDEF0, IDEF3 (*Integration DEFinition for Function modelling*) Unified Modelling Language (UML). IDEF0 metodologijom definišu se jedinstvene (zajedničke) "logičke aktivnosti", dok se UML dijagramom definiše "fizički" opis poslovnih procesa [3]. S obzirom na sve već primenu objektno orijentisanog pristupa u projektovanju i modeliranju kompleksnih sistema i virtualnih proizvodnih sistema ističe se značaj UML jezika standardno primenjivanog za objektno orijentisanu analizu i projektovanje. Na slici 1. prikazan je model primene IDEF metode i UML pristupa u projektovanju informacionog modela za potrebe razvoja virtualne proizvodnja a sa različitim aspektata na različitim nivoima [3]



Slika 1. Metode primenjene u analizi i projektovanju informacionog modela [5]

Pored navedenog, uz druge metode i modele, ističe se da koncepti koji u projektovanju virtualne proizvodnje korise Internet, za razmenu podataka koriste različite jezike od koji se navode: je **HTML** (*Hyper Text Markup Language*) jezik za dokumente i **VRML** (*Virtual Reality Modelling Language*) koji omogućava prenos 3D CAD/CAM modela preko Internet-a. U dosadašnjem radu autori su koristili IDEF metodu, VRML i HTML jezike sa daljim istraživanjima u definisanju detalja modela na objektno orijentisanom pristupu preko UML jezika.

3. MODELIRANJE VIRTUALNE PROIZVODNJE ORIJENTISANE UPRAVLJANJU ZA PROIZVODNJU CILINDARSKIH SKLOPOVA

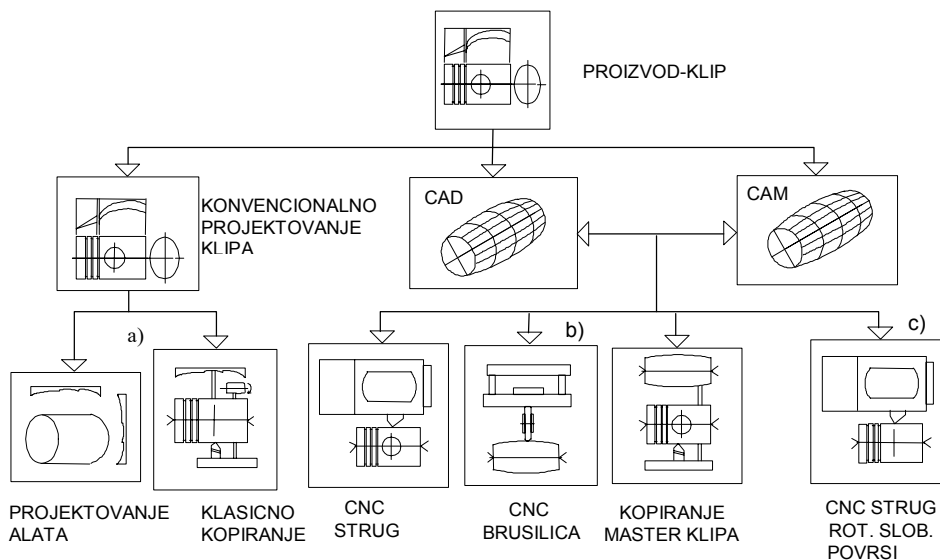
Polazeći od sopstvenog koncepta virtualnog poslovno proizvodnog sistema [5]., primenjujući metodologiju funkcionalnog projektovanja razvijen je opšti model virtualnog proizvodnog sistema orijentisanog upravljanju dat na slici 2. Glavni ulazi su model proizvoda i model procesa Za uspostavljene modele planiranja i terminiranja proizvodnje definišu se različiti modeli mašina, robota, sistema upravljanja i druge opreme u pogonu. Koristeći proces distribuirane simulacije na izlazu se generišu elementi za optimizaciju sistema upravljanja (strategija upravljanja, performanse procesa, mogući raspored opreme u

pogonu i sl.). Modeliranje delova i procesa u ovoj fazi razvoja sistema realizuje se primenom standardnih CAD/CAM sistema sa modelima na bazi STEP datoteka, Postavljeni model prvo je primenjen u projektovanju virtualne proizvodnje za savremenu automatizaciju sa razvijenim modelerom virtualnih sistema upravljanja na bazi programabilnih kontrolera i virtualnog pogona za modeliranje virtualne montaže primenom “pick-and-place” robota [5, 7].



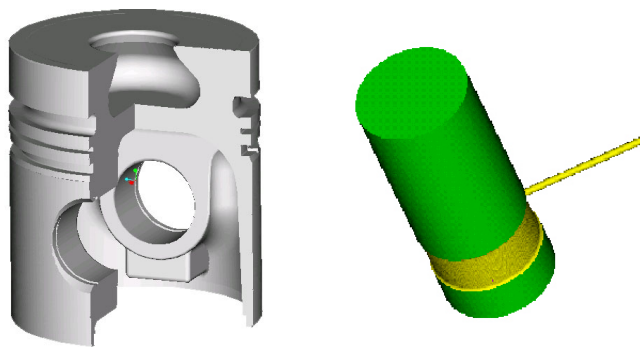
Slika 2. Koncept virtualnog proizvodnog sistema orijentisanog upravljanju

Koncept se dalje proširuje, na bazi istraživanja primene savremenih tehnologija tipa CAD/CAM/CNC u proizvodnji cilindarskih sklopova, na kompleksan model virtualne proizvodnje proširenog CIM preduzeće [6]. U prvoj fazi definisan je proces transfera sa konvencionalnog pristupa u projektovanju i proizvodnji cilindarskih sklopova, na CAD/CAM/CNC okruženje i razvoj tehnološkičnosti kroz konkurentno uvođenje savremenih tehnologija (slika 3.).



Slika 3. Transfer sa konvencionalnih tehnologija na savremene tehnologije u proizvodnji cilindarskih sklopova – primer klipa

Rezultati su matematički i CAD/CAM modeli komponenti cilindarskih sklopova, razvijenih u prvoj fazi u ProEngineer sistemu a zatim i u CATIA CAD/CAM sistemu. Za potrebe daljeg modeliranja virtualnog proizvodnog sistema koriste se STEP datoteke za komunikaciju izmedju pojedinih podsistema i VRML datoteke (automatski generisane iz CATIA sistema). U drugoj fazi vrši se modeliranje proizvodnih tehnologija i odgovarajuće proizvodne opreme sa transferom u VRML datoteke. Primer model klipa i simulacije CNC tehnologije izrade dat je na slici 4.



Slika 4. CAD/CAM model klipa

4. ZAKLJUČAK

Uvodjenje savremenih tehnologija tipa CAD/CAM/CNC podržano sa primenom koncepta virtualne proizvodnje u projektovanju novih proizvoda i tehnologija, dato na primeru cilindarskih sklopova, uz informacionu integraciju, je u centru istraživanja čiji je cilj postizanje konkurentnosti domaćih proizvoda i tehnologija i uključivanje domaće industrije i istraživačkih organizacija u međunarodne programe istraživanja. U isto vreme teoretske podloge i metodologije modeliranja virtualnih proizvodnih sistema daju osnovu za dalje proširenje koncepta na druge proizvode i tehnologije za potrebe domaće industrije. prošireni model CIM preduzeća uz primenu koncepta virtualne proizvodnje je osnova za informacionu integraciju svih kompjuterizovanih aktivnosti i novi pristup u projektovanju proizvodnih sistema.

5. LITERATURA

- [1] Lin, E., Minis, I., Nau, S. D., Regli, C. W., Contribution to Virtual Manufacturing Background Research, Phase I & Phase II, Institute for Systems Research University of Maryland, Delivery Order Final Report for Period February 1995 through December 1995, USA, 1995.
- [2] Zhao, J., Cheung, W., Young, R., Bell, R., An object oriented manufacturing data model for a global enterprise, Department of Manufacturing Engineering Loughborough University, Loughborough, Leicestershire, UK, 15th International Conference on Computer-Aided Production Engineering (CAPE'99), Durham, UK, 19-21st April, pp.582-588, 1999.
- [3] Zhao, J., Cheung, W., Young, R., A Consistent Manufacturing Data Model to Support Virtual Enterprises, Department of Manufacturing Engineering Loughborough University, Loughborough, Leicestershire, UK, International Journal of Agile Management Systems, Vol.1, No.3, pp150-158, 1999.
- [4] The VRML Consortium Incorporated, The Virtual Reality Modeling Language, International Standard ISO/IEC 14772-1:1997, 1997. <http://www.vrml.org/Specifications/VRML97/part1/introduction.html>
- [5] Stojadinović, A., Pilipović, M., Spasić, Ž., Development of Virtual PLC for Simulation and Education in Manufacturing, The 9th Symposium on Information Control Problem in Manufacturing, IFAC - INCOM'98, Preprints Vol. III - Parallel Sessions, Nansy - Metz, 1998., pp. 255 - 260
- [6] Pilipović, M., Spasić, Ž., Stanojević, M., Advanced Manufacturing Technology for Cylinder Assemblies and Informational Integration, XVIII International Conference with Exhibition "Science and Motor Vehicles'01", JUMV, Belgrade 2001, pp. 221-224.
- [7] Stojadinović, A., Prilog razvoju virtualnog upravljačkog sistema za savremenu proizvodnju, magistarska teza, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1999.

Res u m e

Virtual manufacturing as concept applied in the design of advanced manufacturing systems , enables realization of manufacturing processes in synthetic computer environment in the same way as under real conditions. The paper describes the concepts and methodologies of control-centered virtual manufacturing systems design. An example of of the applications of that methodologies and advanced CAD/CAMCNC systems for virtual manufacturing of the cylinder assemblies design are given.

29. JUPITER KONFERENCIJA
29th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



16. simpozijum

CAD/CAM

Beograd, februar 2003.

CAD/CAM

Бабић, А., Миодраговић, Г. ИНТЕГРИСАНО ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРОИЗВОДА/ПРОЦЕСА И МОНТАЖЕ НА ПРИМЕРУ ГЛОДАЧКИХ ДОБОША ПУТНИХ ГЛОДАЛИЦА.....	2.1
Благојевић, В., Јаношевић, Д., Дашић, В., Раковач, С. УПОРЕДНА АНАЛИЗА ТЕХНИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ХИДРАУЛИЧКИХ БАГЕРА ГУСЕНИЧАРА BGH 1000 F I BGH 250 NLC.....	2.5
Војанић, Р., Ивановић, Р., Слаvkовић, Г. ГЕОМЕТРИЈСКО МОДЕЛИРАЊЕ И ИЗРАДА МОДЕЛА ЛЈУДСКЕ ГЛАВЕ.....	2.9
Будак, И., Матин, И., Вукелић, Ђ., Ходочић, Ј. ЈЕДАН ПРИЛАЗ АУТОМАТИЗАЦИЈИ ПОСТУПАКА МОДЕЛИРАЊА ГРУПЕ ПРОИЗВОДА ПРИМЕНОМ ПРОГРАМСКОГ СИСТЕМА PRO/ENGINEER.....	2.13
Ћурчић, С., Јећменница, Р. ПОБОЉШАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ ПРОИЗВОДА КОРИШЋЕЊЕМ ИНДУСТРИЈСКОГ ДИЗАЈНА.....	2.17
Гхита, Е., Gilbert Rainer, G. А САД АНАЛИСА ОФ ФАУЛТС ИН РАИЛВАЈ ВHEELS.....	2.21
Гилберт Рајнер, Г., Гхита, Е. А FOURIER АНАЛИСА ОФ ВИБРАТИОНС ОФ АУТОМОТИВЕ ЕНГИНС.....	2.25
Грбовић, А., Шкатарић, Д., Петрашиновић, Д. НАПРЕДНЕ ТЕХНИКЕ МОДЕЛОВАЊА У ПРОГРАМСКОМ ПАКЕТУ САТИА V5.8.....	2.29
Јарамаз, Д., Седмак, А. ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ПРИМЕНЉИВОСТ НУМЕРИЧКИХ МОДЕЛА У ЕЛАСТО-ПЛАСТИЧНОЈ АНАЛИЗИ.....	2.33
Јокановић, С., Милашиновић, А., Јовковић, В. КОНКУРЕНТНО ИНЖИЊЕРСТВО СА САВРЕМЕНИМ САД/САМ СИСТЕМИМА.....	2.37
Јовановић, В., Симић, М., Лазаревић, М. ПРИЛОГ ПРОЈЕКТОВАЊУ ТЕХНОЛОШКИХ МОНТАЖНИХ СИСТЕМА ПРИМЕНОМ СОФТВЕРА PRO/ENGINEER.....	2.91
Кутин, А. ПРОДУКТ ДЕВЕЛОПМЕНТ АНД САД/САМ.....	2.43
Ковљенић, В., Ивановић, Р., Пузовић, Р., Поповић, М. СТАНЈЕ И ПЕРСПЕКТИВЕ ПРИМЕНЕ САД/САМ/САЕ ПАКЕТА У ПРОЈЕКТОВАЊУ ПРОИЗВОДА ОД ПЛАСТИКЕ И ОДГОВАРАЈУЋИХ АЛАТА.....	2.47
Кривошић, И., Зелjkовић, В., Месбахи, М. ИЗБОР ОПТИМАЛНОГ КОНЦЕПТА У ИЗРАДИ ИНТЕГРАЛНИХ СТРУКТУРА ЛЕТЕЛИСА.....	2.51
Лукић, Д., Тодић, В., Милошевић, М. СИСТЕМИ ГЕОМЕТРИЈСКОГ И ТЕХНОЛОШКОГ ПРЕПОЗНАВАЊА ПРОИЗВОДА У САД/САПП/САМ ПРОГРАМСКОМ СИСТЕМУ ЗА ПОЈЕДИНЕ ДЕЛОВЕ МОТОРА СУС.....	2.55
Петровић, З., Ступар, М., Симоновић, А., Тодоровић, П. ВЕНТИЛАТОРСКО КОЛО РАШЛАДНЕ КУЛЕ.....	2.59
Радиновић, Н. ПРИЛОГ ПРОРАЧУНУ СТРУКТУРЕ КАБИНСКОГ ДЕЛА ТРУПА АВИОНА УТВА-96.....	2.63
Ступар, С., Петровић, З., Симоновић, А. ВЕТРОГЕНЕРАТОР.....	2.75
Шалећић, С., Гатало, Р., Зелjkовић, М., Вукасојевић, Р. КОНЦЕПЦИЈА ИНТЕГРАЛНОГ СИСТЕМА ЗА РЕИНЖИЊЕРИНГ СЛОЖЕНИХ ГЕОМЕТРИЈСКИХ ОБЛИКА.....	2.67
Шкатарић, Д., Кривошић, И., Грбовић, А. ТОЛЕРАНЦИЈА ОШТЕЋЕЊА И ШИРЕНЈЕ НАПРСЛИНЕ НА ПРИМАРНОЈ СТРУКТУРИ ЛЕТЕЛИСА.....	2.71
Џивановић, М., Јарамаз, Д., Врачарић, В. FEM СТРУКТУРА 3D МОДЕЛА СЛОБОДНЕ ФОРМЕ.....	2.79
Џивановић, С. САД/САМ ПРОГРАМИРАЊЕ П3-ПАРАЛЕЛНЕ МАШИНЕ АЛАТКЕ.....	2.83
Живковић, С. ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ИЗРАДА РОТАЦИОНИХ РЕЗНИХ НОЖЕВА ЗА СЛОЖЕНЕ ГЕОМЕТРИЈСКЕ КОНТУРЕ.....	2.87



Аранђел Бабић, Горан Миодраговић¹

ИНТЕГРИСАНО ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРОИЗВОДА/ПРОЦЕСА И МОНТАЖЕ НА ПРИМЕРУ ГЛОДАЧКИХ ДОБОША ПУТНИХ ГЛОДАЛИЦА²

Резиме

Повећање индустријске продуктивности у директној је зависности од нивоа интеграције процеса пројектовања производа и технологије и пројектовања технолошких система. У основи, пројектовање производа и технолошких система зависи од избора технологије и њене разраде до нивоа захвата. Данас се глобална компетитивност индустријских предузећа не може самислити без интеграције процеса пројектовања.

Интегрисано пројектовање глодачких добоша путних глодалица засновано је на (1) истраживању повећања ефикасности операција и технолошких процеса за постојећи технолошки систем као и (2) оптимизацији пројектантских нивоа кроз примену инжењерских програмских пакета.

Кључне речи: CAD/CAM, интеграциони циклуси, глодачки добош

1. УВОД

Повећање вредности производа, са аспекта настојања пројектаната да задовољи специфициране захтеве корисника, првенствено се одвија ка повећању варијантности у односу на повећање обима производње. Ово значи да се инжењерске активности на развоју новог или реинжењерингу постојећег производа одвијају кроз примену концепта интегрисаног пројектовања оријентисаног на флексибилност процеса и продуктивнији развој у односу на приступ масовној производњи. Основа овог концепта се се односи на постојање флексибилне интеграције и кооперације знања као услов за успешно деловање на високо иновативном и динамичком тржишту, где су присутне конкурентске компаније са великим бројем специјалиста из различитих области. На овај начин се постиже не само смањење трошкова и укупног времена израде, већ формирање квалитетног производа супериорног на тржишту [1], [2].

У раду се уважавајући наведени концепт, дају резултати добијени у истраживању оптималних услова за производњу ножева глодачких добоша путних глодалица. Као компаративна предност узима се технолошка могућност израде врхова ножева од тврдог метала у предузећу CORUN ad Ужице. У интегрисаном пројектовању моделирање производа/процеса и размена модела је реализована у оквиру примене програмских пакета Solid Edge и Edge CAM, а на концепту аксиоматског приступа [3], [4].

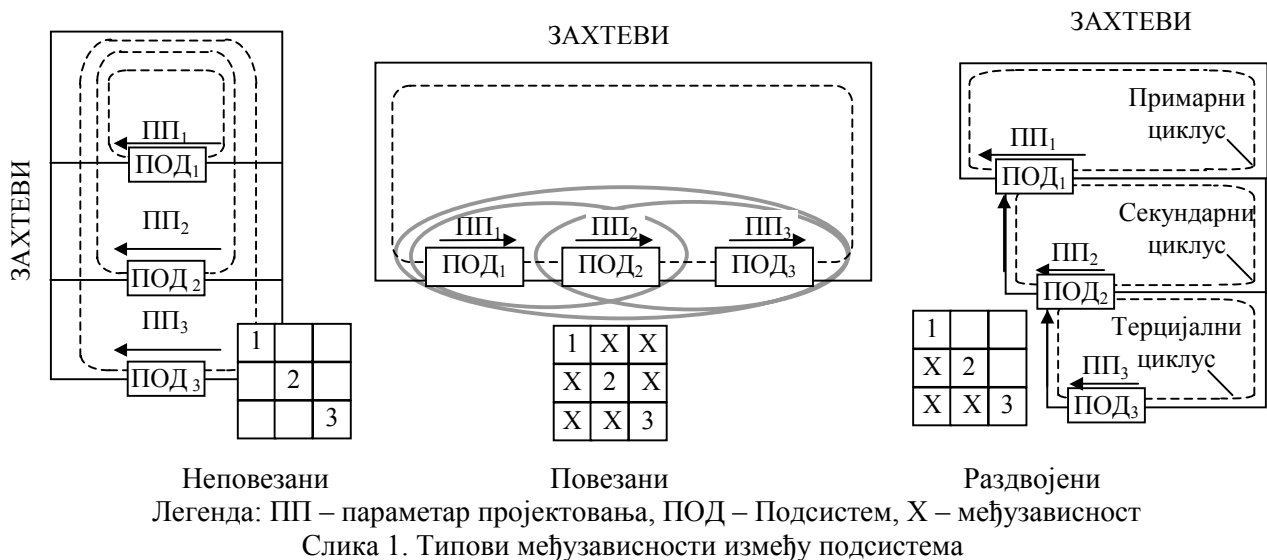
2. ИНТЕГРАЦИОНИ ЦИКЛУСИ ПРОЈЕКТОВАЊА

У циљу ефикасног наступа на тржишту, тежња је да се процес пројектовања комплексних производа одвија према [5]. Suh класификује међузависности пројектних захтева у три категорије: неповезани, повезани и развојени, слика 1. Неповезани параметри су независни једни од других, промене једног

¹ доцент др Аранђел Бабић, дипл. инж. маш, e-mail: ababic@ptt.yu, babic.a@maskv.edu.yu
др Горан Миодраговић, дипл. инж. маш, e-mail: mijac@ptt.yu, miodragovic.g@maskv.edu.yu

² Рад се реализује у оквиру пројекта MNTR096: "Развој и примена метода за симултано пројектовање производа и технологије уз примену савремених СА алата", који финансира Министарство за науку, технологију и развој Републике Србије и CORUN ad, Ужице.

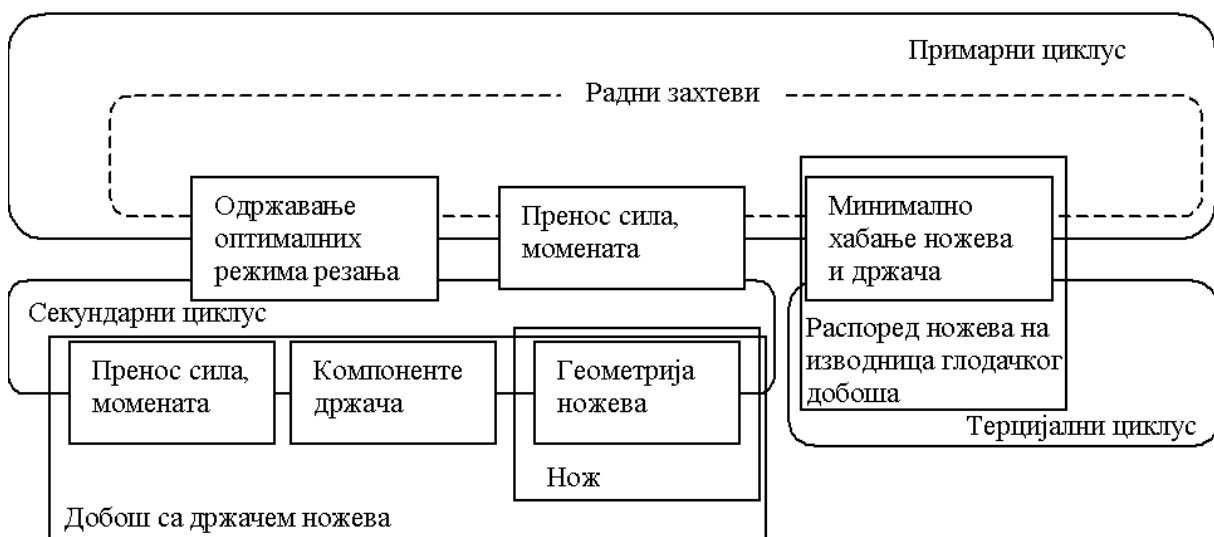
немају ефекта на други параметар . Ово за последицу може имати веома робустан пројекат. Уколико су пројектни параметри повезани, промена једног параметра се одражава на све остале пројектне параметре. Овакав процес захтева много итерационих кругова за постављање свих параметара у конзистентном правцу. У раздвојеном пројектовању, одлуке донете у раним фазама пројекта имају утицаја на све следеће одлуке али без реперкусија. Генерисање секвенци пројектних одлука резултује напредном процесу без итерација.



3. ИНТЕГРИСАНО ПРОЈЕКТОВАЊЕ ГЛОДАЧКИХ ДОБОША

Уважавајући изражену комплексност путних глодалица са аспекта пројектовања производа и процеса, у раду се анализирају функционални захтеви и ограничења која се односе искључиво на глодачке добоше, секундарни и терцијални циклус пројектовања. Параметри пројектовања сагледани као захтеви корисника огледају се у обезбеђењу услова за постизање оптималног режима резања путних подлога. Ближе сагледавање параметара пројектовања дато је на слици 2.

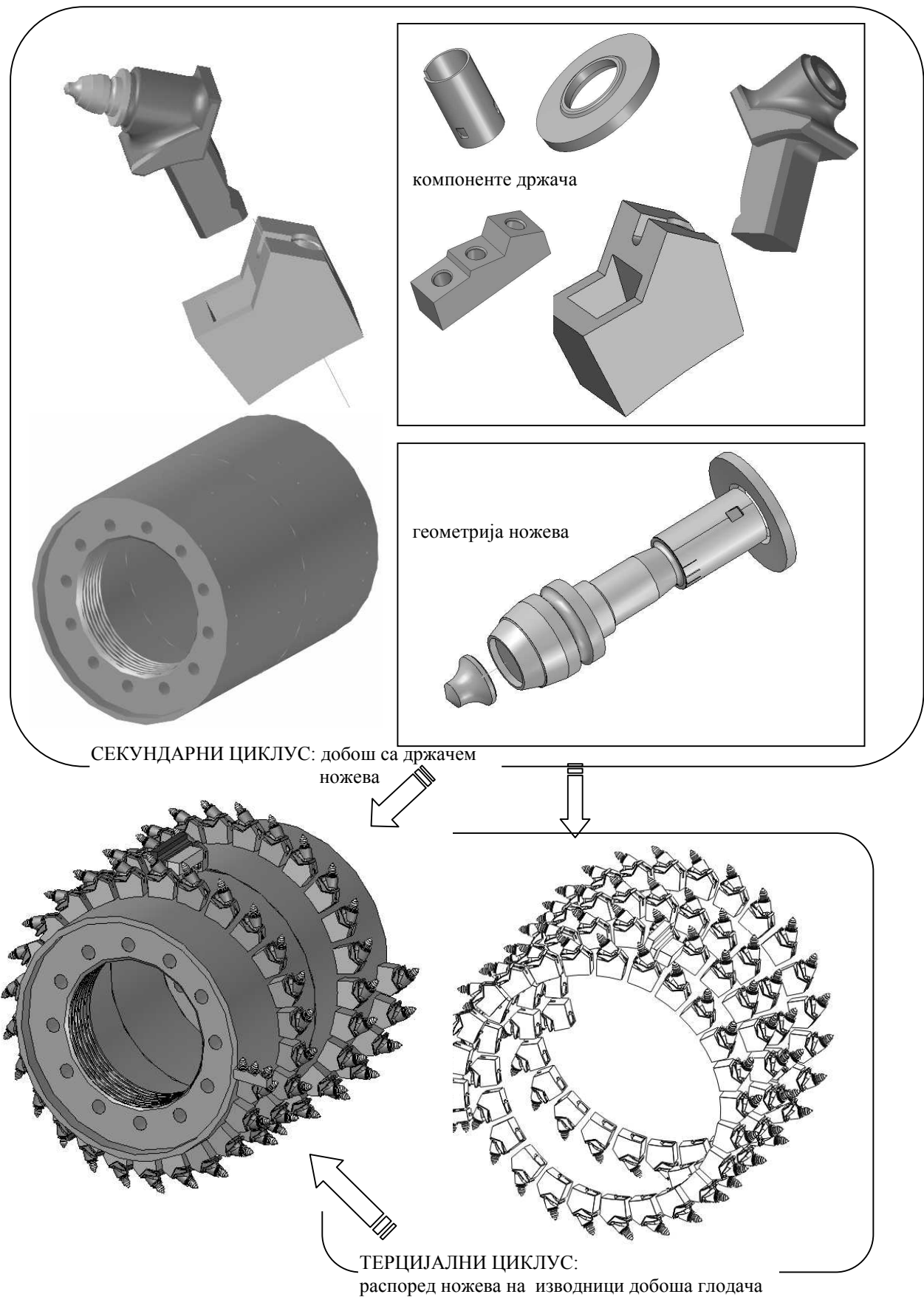
Структура глодалице за путне подлоге



Слика 2. Хијерархијско повезивање компоненти путне глодалице

Основни захтев који се поставља пред путне глодалице је скидање оштећеног слоја асфалтних, бетонских, камених и других подлога. Примарни циклус у пројектовању треба да одговори на захтеве који обухватају одржавање оптималног режима резања при константној дубини, пренос сила и момената, минимално хабање држача са ножевима при различитим условима експлоатације: тврдоћи

путних подлога, дубини и ширини глодања, односно континуалном одржавању силе резања/притиска ножева на подлогу.



Слика 3. Циклуси у пројектовању глодачког добоша

Полазећи од примарног захтева путних глодалица, скидање оштећеног слоја путне подлоге, примарни циклус треба да одговори захтевима у погледу: одржавање константних параметара процеса, преносу сила и момената, минималном хабање ножева и добоша, слика 2. Оваквом архитектуром добија се раздвојени систем пројектовања.

Подршка процесу пројектовања на бази успостављених циклуса реализована је уз помоћ програмских пакета за пројектовање производа **SolidEdge 12** и пројектовање процеса **EdgeCam**. **SolidEdge** је развијен на бази тзв. STREAM технологије и функционише као Parasolid моделер што му даје значајну предност за моделирање сложених делова и монтажних структура. Ови програмски пакети, омогућавају ефикасну комуникацију између модула за пројектовање производа и технологије. На основу генерисаног модела могуће је помоћу булве алгебре дефинисати алат за ковање, а затим тако дефинисан алат, уз помоћ одговарајућих транслятора пренети у модул за пројектовање процеса са циљем генерисања путање алата.

На бази успостављања архитектуре раздвојеног система пројектовања и могућности коришћења програмских пакета извршено је моделирање глодачког добоша. Тродимензионални модели компонената (слика 3): ножева, чаура, подлошки, држача ножева, носача, добоша, представљају замену за реални производ у фази испитивања -виртуелни прототип

4. ЗАКЉУЧАК

Приступ дистрибуираног развоја производа и процеса изнет у овом чланку заснива се на аналогји спецификација функционалних захтева, ограничења и хијерархијске структуре производа дефинисане у пројектантским циклусима.

Брзина повезивања пројектантских циклуса зависи у првом реду од развоја процеса минимизације броја изменљивих делова. Коришћењем програмских пакета, **SolidEdge** и **EdgeCam**, реализовани су циклуси и структура пројектовања глодачких добоша.

Даља истраживања треба концентрисати на заокружење примарних циклуса као и организациону подршку у развоју библиотека за креативно повезивање идеја и решења.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бабић, А.: Један приступ моделирању производа према CAD/CAM концепту, 10. симпозијум CAD/CAM, Београд, 1997. стр. 131-134.
- [2] Lewis H.M: Concurrent Engineering at Loral Difence Systems, Concurrent Engineering, Issues, Technology and Practice, Auerbach Publishers, March/April 1991, pp.5-10.
- [3] Lu, S. C.Y; Ho, N. C; Choong, F. N; Domazet D. S: Active Data-Driven Design Using Dynamic Product Models, Annals of the CIRP Vol 44/1/1995, pp.109-112.
- [4] Suh, N. P, Cochran, D. S, Lima, P. C: Manufacturing Sistem Design, Anals of the CIRP Vol. 47/2/1998, pp.627-640.
- [5] Suh, N. P, Harutunian, V, Nordlund, M, Tate, D: Decision MAKing and Software Tools for Product Development Based Axiomatic Design Theory, Anals of the CIRP Vol. 45/1/1996.

Abstract:

The recent increase industrial productivity may largely be attributed to improvements in the design and operations of manufacturing systems in conjunction with better design products and procesess. Basicly, the design of production and manufacturing system depends on selection of tehnology and it's elaborate until catch's level. In recent years, the global competency, can't be abstracted without integrated proces of project.

Integrated project of milling drums for road milling machines is concern on (1) researching on increase of efficiencies operations and tehnology procesess of existing manufacturing system, and (2) optimization of inventory levels through application of software.

V. Blagojević, D. Janošević, B. Dašić, S. Rakovac¹

UPOREDNA ANALIZA TEHNIČKIH KARAKTERISTIKA HIDRAULIČKIH BAGERA GUSENIČARA BGH 1000 F I BGH 250 NLC

Rezime

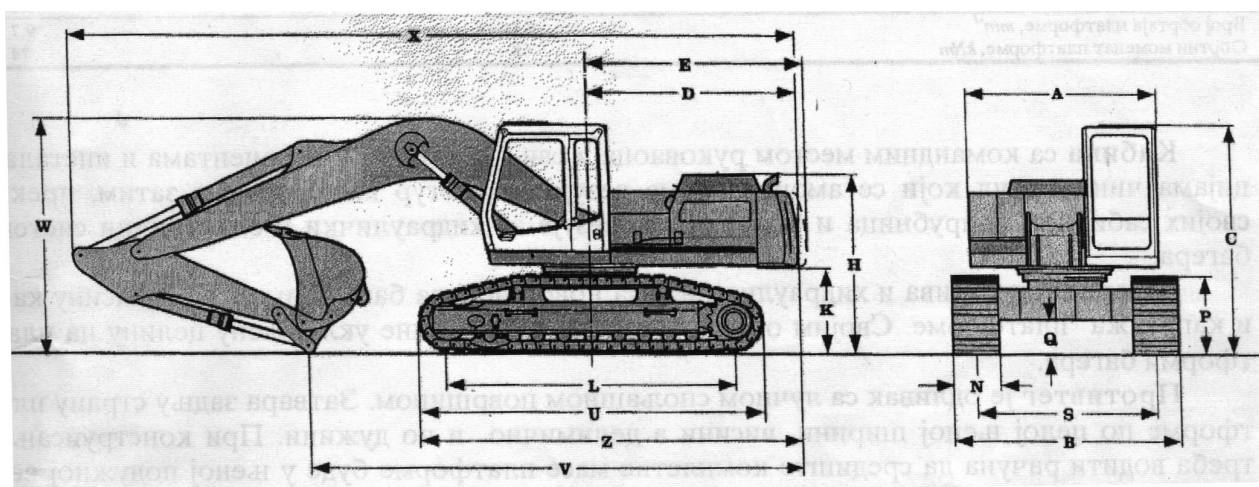
Rad je nastao u okviru projekta "Razvoj nove generacije građevinskih mašina" sa ciljem prikaza uporedne analize tehničkih karakteristika hidrauličkih bagera guseničara BGH 1000 F i BGH 250 NLC. Rezultati sprovedenih analiza i proračuna dati su u obliku tabela i dijagrama.

1. UVOD

Ranije i sadašnje analize pokazuju da je u svetu, među građevinskim mašinama, najveća produkcija hidrauličkih bagera. Takvom stanju uzroci leže verovatno i u velikoj potražnji, a posledice su izrazito modularni razvoj i gradnja bagera sa pojavom brojnih visoko specijalizovanih proizvođača modula.

Na osnovu tih analiza predviđena je izrada projekta "Razvoj nove generacije građevinskih mašina" sa ciljem da predloži nova konceptna rešenja i nove parametre postojećeg bagera BGH 1000 F. Projekat sadrži sažete izvode rezultata sprovedenih analiza i proračuna datih u obliku tabela i dijagrama.

2. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE HIDRAULIČNIH BAGERA GUSENIČARA BGH 1000 F I BGH 250 NLC



Oznake osnovnih parametara hidrauličnih bagera guseničara BGH 1000 F i BGH 250 NLC

2.1. Masa

Proizvođač bagera	IMK "14.oktobar" Kruševac	IMK "14.oktobar" Kruševac
Model bagera	BGH 1000 F	BGH 250 NLC
Masa bagera, t	24.8 / 26.6	25 / 26

¹ Mr Vesna Blagojević, dipl. maš. inž., Dr Dragoslav Janošević, dipl. maš. inž., Mr Bogoslav Dašić, dipl. maš. inž., Saša Rakovac, dipl. maš. inž., IMK "14.oktobar" Kruševac, Institut, 14. oktobra br.2, 37000 Kruševac, 037/421-502/ lokal 2781, 14okt@tehnicom.net

Rad je nastao u okviru projekta "Razvoj nove generacije građevinskih mašina" u IMK "14.oktobar" Kruševac, Institut, čiju realizaciju sufinansira MNTR RS

2.2. Dizel motor

Proizvođač motora	Cummins	Cummins
Model	6BTA5.9C	6BTA5.9C
Snaga, kw ISO 9249	123	125
Broj obrtaja o/min	2000	2100
Broj cilindara	6	6
Zapremina, l	5.88	5.88
Usisavanje	Turbo	Turbo
Hlađenje	Vodeno	Vodeno
Rezervoar goriva, l	300	380

2.3. Hidrostatički sistem

<u>Glavne pumpe</u>	Klipno aksijalna	Klipno aksijalna
Broj	2	2
Regulacija	SR	SG1Z – 3MS
Protok, l/min	2 x 155	2 x 218
Pritisak, bar	300	
uređaja / kretanja / okretanja /		350 / 350 / 280
<u>Pomoćne pumpe</u>		zupčaste
Protok, l/min	15	15
Pritisak, bar	25	30
Rezervoar ulja, l	400	330

2.4. Obrtna platforma

Pogon okretanja platforme	Kl. aks. hidromotor, plan. red., aks. lečaj	Kl. aks. hidromotor, plan. red., aks. lečaj
Broj obrtaja, min ⁻¹	8.3	9.7
Obrtni moment, kNm	68	74

2.5. Gusenični kretni mehanizam

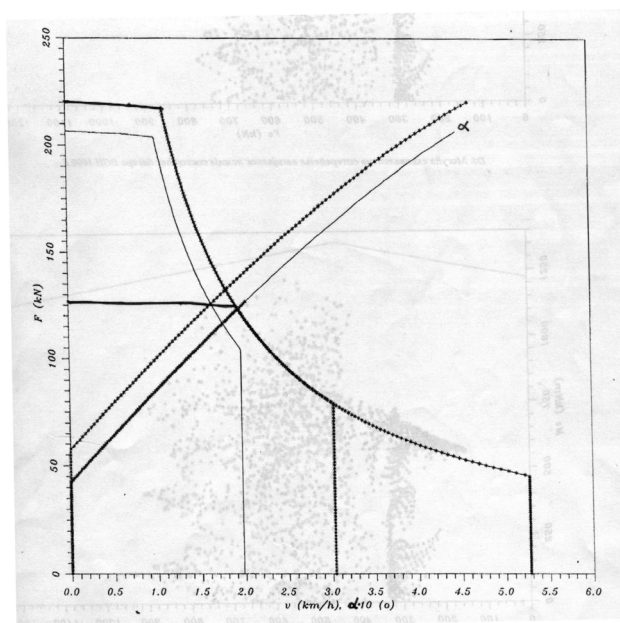
Tip	D5	B60
Broj valjaka: noseći / vodeći	10/2	9/2
Pogon kretanja	Klipno aks. hidromotor, plan. red.	Klipno aks. hidromotor, plan. red.
Brzina kretanja, km/h	1.75	3.1/5.5
Sila vuče, kN	245	250
Uspon kretanja, %	87	100
Površinski pritisak kg/cm ²	0.43	0.5/0.4

2.6. Uređaji

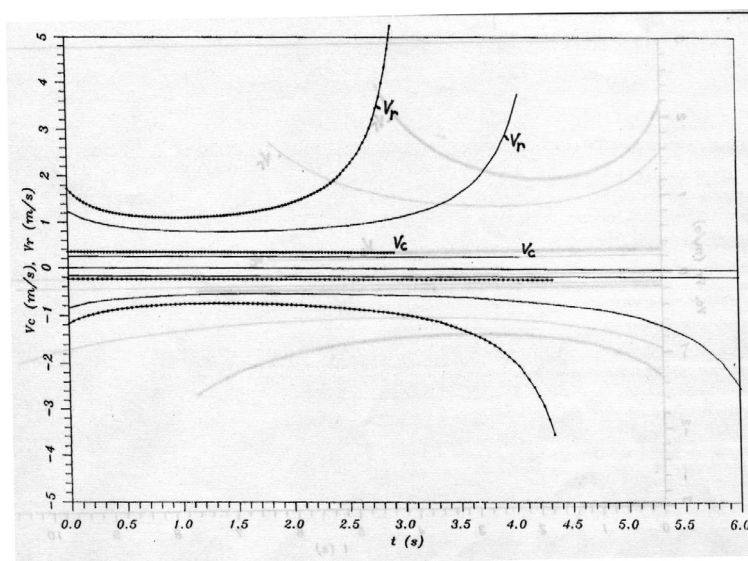
<u>Dubinska kašika</u>		
Broj	3	8
Zapremina, m ³ (min/st/max)	0.8/1.0/1.25	0.4/1.0/2.0
Širina, mmm (min/st/max)	1000/1150/1400	600/1150/1700
<u>Ruka</u>		
Broj	3	3

Dužina, mm (min/max)	2000/3400	2000/3700
<u>Jednodelna strela</u>		
Dužina, mm	5800	5800
<u>Sile kopanja</u>		
Rukom, kN	142	166
Kašikom, kN	145	169
<u>Dohvati</u>		
Dubina kopanja, mm (min/max)	5960/7360	5960/7660
Horizontalni dohvät, mm (min/max)	9710/10950	9460/11000
Visina istovara, mm (min/max)	6370/6810	6370/7050

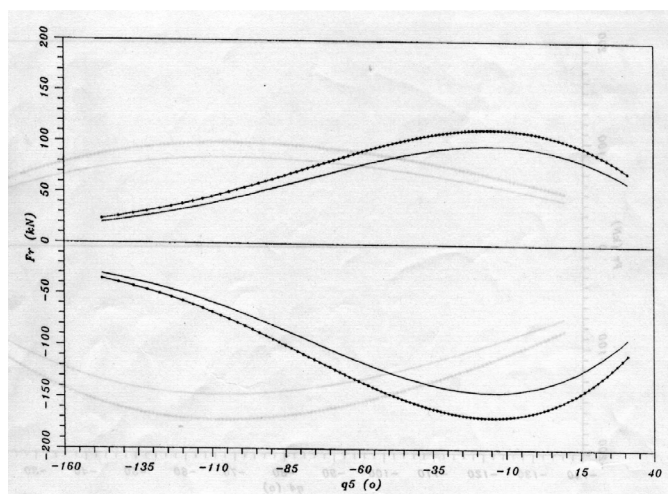
Za određivanje parametara bagera razvijeni su i odgovarajući programi. Dobijeni rezultati programa su prikazani u obliku dijagrama koji uporedno prikazuju određene parametre bagera BGH 1000 F i BGH 250 NLC (kompletno su dati u prilogu projekta, a ovde se navode samo neki od njih).



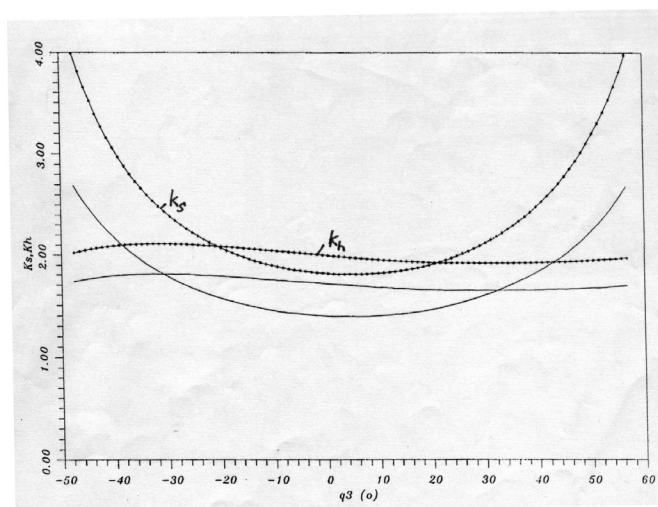
Uporedne vučne karakteristike bagera BGH 1000 F (tanke linije) i bagera BGH 250 NLC



Kinematički parametri pogonskog mehanizma kašike BGH 1000F (tanke linije) i bagera BGH 250 NLC: t- vreme, v_c -brzine uvlačenja i izvlačenja cilindra kašike, v_r -brzine rezanja kašike



Mehanički parametri pogonskog mehanizma kašike bagera BGH 1000F (tanke linije) i bagera BGH 250 NLC: F_r -sile rezanja, q_5 -ugao položaja kašike u odnosu na pravac dužine ruke



Koeficijenti statičke (k_s) i hidrauličke (k_h) stabilnosti bagera BGH 1000 F (tanke linije) i bagera BGH 250 NLC za moguću liniju prevrtanja bagera duž gusenice

3. ZAKLJUČAK

Danas su parametarske i strukturne razlike između postojećeg bagera BGH 1000 F i odgovarajućih svetskih modela bagera postale tolike da se ne mogu prevazići rekonstrukcijom već razvojem novog modela bagera BGH 250 NLC.

4. LITERATURA

- [1] Projekat "Razvoj nove generacije građevinskih mašina", nosilac istraživanja Institut IMK "14.oktobar" Kruševac, realizaciju sufinansira MNTR RS, 2002.
- [2] Projektna dokumentacija IMK "14.oktobar" Kruševac.
- [3] Prospekti i katalogi vodećih svetskih proizvođača bagera (CATERPILLAR, FIAT HITACHI, COBELCO, ...).

V. Blagojević, D. Janošević, B. Dašić, S. Rakovac

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE TECHNICAL CHARACTERISTICS OF HYDRAULIC CRAWLER EXCAVATORS MODEL BGH 1000 F AND MODEL BGH 250 NLC

Summary

This paper appears as a part of project named "Development of the new generation of construction machinery" with aim to present comparative analysis of the technical characteristics of hydraulic crawler excavators model BGH 1000 F and model BGH 250 NLC. Results of completed analysis and calculations are presented in the form of tables and diagrams.



P. Bojanić¹, R. Ivanović², G. Slavković³

GEOMETRIJSKO MODELIRANJE I IZRADA MODELA LJUDSKE GLAVE⁴

Rezime

U radu se razmatra problem geometrijskog modeliranja i izrade modela ljudske glave kao osnove za projektovanje zaštitnih maski. Skup antropometrijskih mera predstavlja polazne elemente za geometrijski model. Projektujući pojedine segmente lica i glave u celini, i njihovo povezivanje saglasno datim konturnim uslovima generiše se kompjuterski model glave. Analize geometrije na nivou segmenata omogućava projektantu oblikovanje i sa funkcionalnog i sa estetskog aspekta. Generisanjem NC programa za izradu modela glave omogućava se izrada modela i na troosnoj NC mašini alatki u granicama definisanih tolerancija.

1. UVOD

Problem geometrijskog modeliranja složenih površina je predmet interesovanja vrlo širokog kruga istraživača. Spektr složenih radnih predmeta koji su predmet interesovanja je veoma bogat i za svaku grupu sličnih objekata razvija se specifična metodologija matematičkog opisa. Zavisno od prirode i oblika raspoloživih podataka sa kojima se raspoložuje na samom početku procesa geometrijskog modeliranja, razvija se adekvatna tehnika i tehnologija izgradnje internog, kompjuterskog, modela traženog objekta. U nekim slučajevima ulaz u proces geometrijskog modeliranja složenih površina su rezultati proračuna, kao npr. proračuni strujanja za turbinska kola. U nekim drugim slučajevima ulaz je više 2D digitalnih slika iz kojih se treba da rekonstruiše 3D model objekta. U slučaju modeliranja ličnih zaštitnih sredstava, kakva je zaštitna maska, ulaz u proces geometrijskog modeliranja je skup ravanskih i lučnih mera glave, koje se dobijaju merenjem na statističkom uzorku. Ma koliki broj mera imali, one nikada nisu dovoljne za jednoznačno oblikovanje modela glave. Intuicija projektanta ostaje kao vrlo važan faktor u procesu izgradnje internog modela ljudske glave. Izgrađeni model mora da zadovoljava date mere na ulazu i da ima skladne proporcije i fine prelaze sa jednih segmenta na druge. Zavisno od toga da li se dati model glave generiše od početka ili se startuje sa prilagođavanjem raspoloživog modela datom skupu mera, imaćemo različite grupe problema na putu do konačnog oblika modela. Poznata je činjenica da se matematički opis internog modela svodi na površine koje se aproksimiraju polinomima višeg reda. Problem konturnih uslova, sa jedne strane, lokalni oblik u blizini raspoloživih tačaka, sa druge strane, čini proces geometrijskog modeliranja višestruko neodređenim. U suštini, moguća su dva osnovna pristupa u izgradnji internog modela glave. Jedan pristup pretpostavlja obuhvatanje više površina jednim skupom konturnih uslova a drugi podrazumeva lokalne opise više segmenata i njihovo pridruživanje saglasno konturnim uslovima.

2. GEOMETRIJA MODELA LJUDSKE GLAVE

I ako je problem ličnog prepoznavanja vezan za analizu oblika lica i oka, više prisutan u svetskim istraživačkim laboratorijama, problem oblikovanja lica za potrebe projektovanja ličnih zaštitnih sredstava, kojima se mi bavimo, nemaju isto polazište niti iste ciljeve. Polazeći od zahteva da određeni skup antropometrijskih mera glave, meren uglavnom u horizontalnoj i vertikalnoj ravni, utiču na ključni oblik glave, neminovno se nameće problem pristupa izgradnje modela. Kako su tačke na modelu glave u prostoru a mere se odnose na pojedine projekcije nekih tačaka, to je neodređenost modela vrlo velika. Takođe treba da

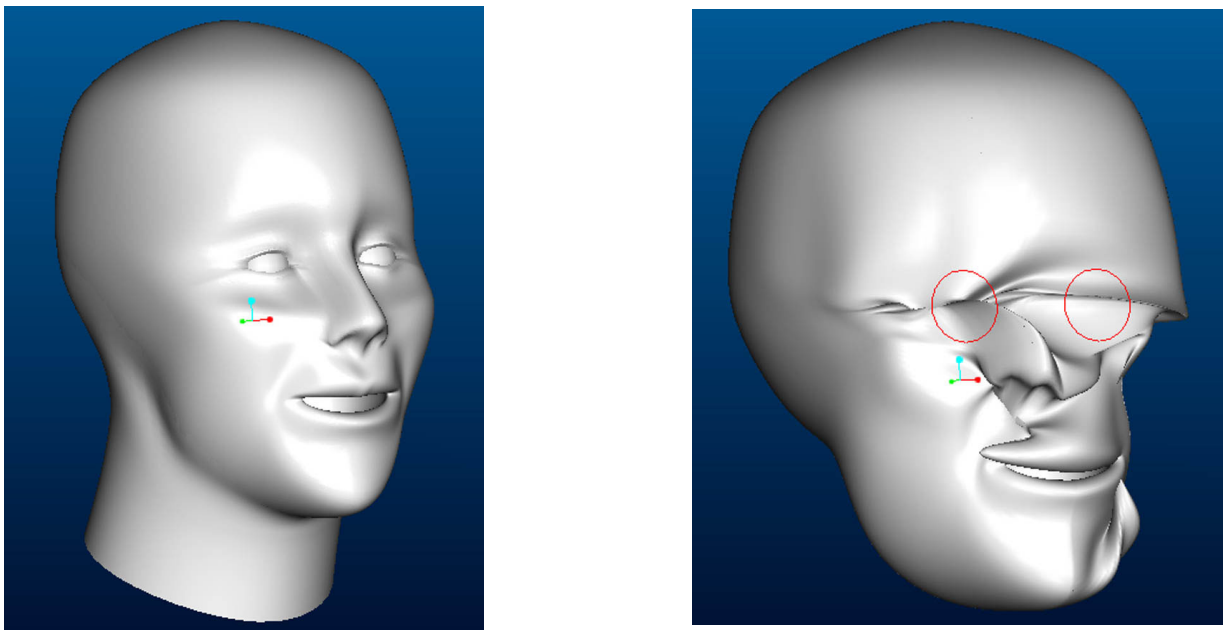
¹ Prof. dr Pavao Bojanić, Mašinski fakultet, Beograd, e-mail: bojanicp@alfa.mas.bg.ac.yu

² Radomir Ivanović, Mašinski fakultet, Beograd, e-mail: ivanor@alfa.mas.bg.ac.yu

³ Mr Goran Slavković, Mašinski fakultet, Beograd, e-mail: slavkovic@alfa.mas.bg.ac.yu

⁴ Projekat MIS.3.07.0027.A, koji podržava Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije

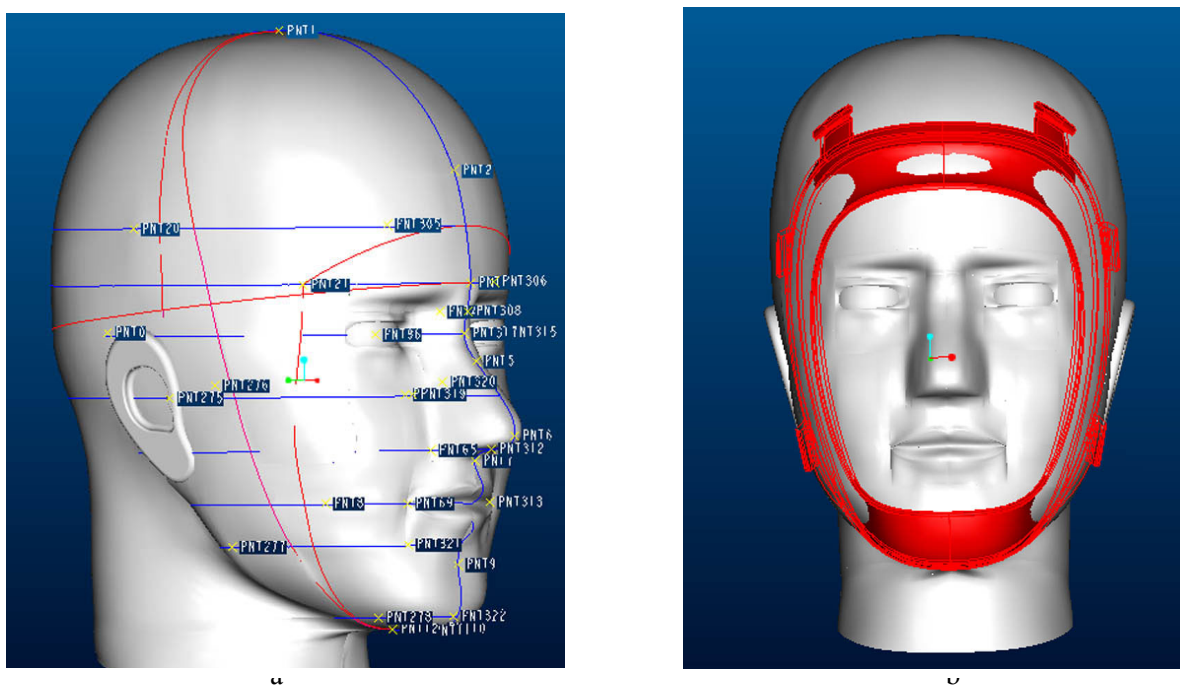
se naglasi da konturni uslovi pojedinih segmenata, iz kojih se sklapa model glave, utiču i na susedne segmente te se vrlo lako dogodi da se u jednom koraku uvede greška koja će jedan oblik modela, slika 1a, prevesti u sasvim drugi, neupotrebljiv, slika 1b. Ova greška je utoliko veća ukoliko se želi sa manje konturnih uslova kontrolisati celi oblik glave.



Slika 1. Model glave

2.1 Segmentacija modela ljudske glave

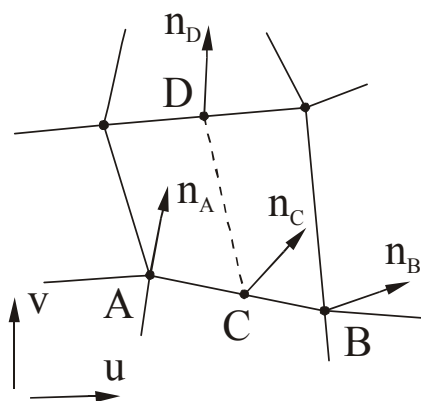
Da bi se kontrolisao bolje oblik glave na lokalnim mestima, potrebno je izvršiti segmentaciju modela glave ili bar lica kao najsloženijeg dela na modelu. U našem pristupu izdvojeni su segmenti čela, oka, nosa, usta, brade, ostatka lica, lobanje i vrata.



Slika 2. Integrisani model glave

Oblikujući svaki segment zasebno i locirajući njegov koordinatni sistem saglasno raspoloživim ulaznim podacima o merama glave, zatim povezujući segmente uz uslov kontinualnosti prelaza, dobija se model glave kao na slici 2. Položaji tačaka, u kojima se vrši kontrola vrednost datih mera, slika 2a, ostaju nepromenjeni prilikom povezivanja pojedinih segmenata u kompleksni model glave. Ovako uspostavljen model glave predstavlja bazu za izvođenje oblika pojedinih delova maske, kao što je to pojas naleganja, slika 2b. Izborom delova svih segmenata koji sada pripadaju nekom novom geometrijskom skupu projektant je u stanju da analizira međusobne odnose geometrije lica i funkcionalnih delova maske još u fazi projektovanja. Kako se dobar deo ispitivanja maske vrši na modelu glave, to je neophodno imati urađene modele glava koji su služili kao osnova za definisanje delova maske. Jedino uparivanjem i modela i izvedene maske može se sa sigurnošću ocenjivati valjanost proizvoda.

2.2 Geometrija segmenta



Slika 3. Položaj normala

Svaki segment modela glave, kao što je čelo, nos, oko itd., oblikuje se u prostoru koji je određen nekom merom ili susedstvom nekog drugog segmenta, ako takva mera nije prisutna. Konačan oblik mora da zadovolji konturne uslove, a sama promena oblika može se vršiti u interaktivnom radu uz prateću analizu očekivanih promena, slika 3. Ma kakvom tačnošću, matematički opis segmenta se, pri prikazu ili izradi, svodi na aproksimaciju date površine sa skupom ravnih površina. Mreža linija u pravcu parametara u, v definiše skup temena kao što je to teme A i B, slika 3. Normala u svakom temenu se određuje na osnovu normala strana koje imaju zajedničko teme. Promena normala duž ivice AB određuje se na osnovu izraza:

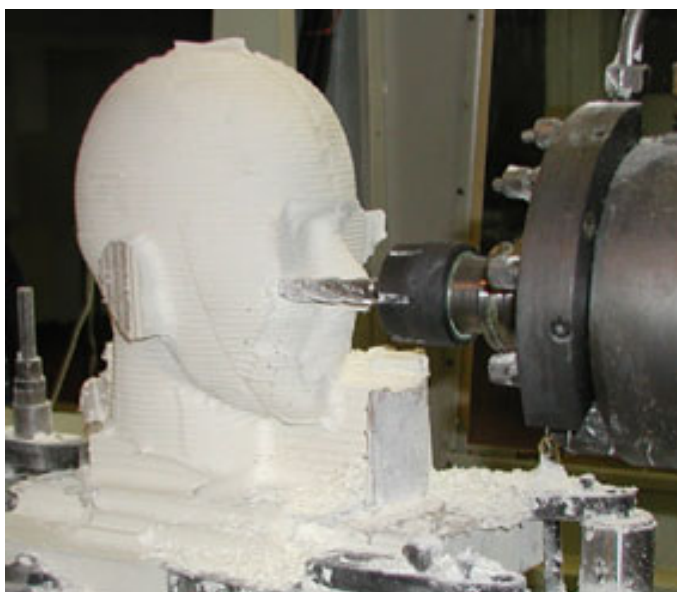
$$\mathbf{n}(\alpha) = \mathbf{n}_A (1-\alpha) + \alpha \mathbf{n}_B, \quad 0 \leq \alpha \leq 1.$$

U bilo kojoj tački na elementarnoj površini normala se može odrediti na osnovu jednačine:

$$\mathbf{n}(\alpha, \beta) = \mathbf{n}_C (1-\beta) + \beta \mathbf{n}_D.$$

Ovakvim određivanjem normala u pojedinim tačkama moguće je oblikovati fine prelaze između delova segmenta što doprinosi estetskom izgledu modela. Poseban problem predstavljaju granične krive segmenta. Promena položaja normala u ovom slučaju, mora se posmatrati u skladu sa konturnim uslovima susednog segmenta.

3. IZRADA MODELA GLAVE



Slika 4. Izrada modela glave

Zbog složenosti oblika, kakav ima model glave, korektna izrada bila bi moguća samo na 5-osnoj CNC mašini alatci. S druge strane, poznato je da se cena mašina alatki menja po ekponencijalnom zakonu sa brojem osa upravljanja. Većina instalisanih CNC mašina retko prelazi 3 do 3 1/2 ose upravljanja. Imajući ovo u vidu nameće se potreba da se sa što većom tačnošću uradi model na 3-osnoj CNC mašini, slika 4. Kako je model vrlo složen i ima dosta konkavnih površina pitanje izbora prečnika i kolizije alata je veoma aktuelno. Usko vezano za ovaj problem je i problem produktivnosti. Obrada se vrši loptastim glodalom i korekcija putanje alata se proračunava na osnovu vrednosti poluprečnika glodala pravca normale na površinu u datoj tački. Ako se posmatra samo

jedan presek odnosno samo jedna putanja alata, ona je sastavljena iz niza pravolinijskih segmenata. Proračunom normale na svaki segment može se izračunati relativni položaj centra alata u odnosu na površinu radnog predmeta. Međutim, u svakoj tački segmenta mi imamo u opštem slučaju dve normale. To podrazumeva da imamo dodatno kretanje alata na kraju odnosno na početku svakog segmenta. Pitanje kolizije alata i površine radnog predmeta ne može se rešavati samo na osnovu jedne putanje alata. U proračun se moraju uključiti sve tačke radnog predmeta čija projekcija na ravan koja je upravna na osu alata ima zajedničkih tačaka sa projekcijom alata na istu ravan. Problem izrade modela na petosnoj CNC mašini podrazumeva, pored određivanja položaja centra alata, i određivanje položaja ose alata. Osa alata mora da se poklapa sa normalom na površinu u datoj tački. Kako se složena površina ipak aproksimira sa skupom ravnih površina, bilo bi celishodno iz mnogih razloga da se promena ose alata vrši po istom zakonu kao što je to pokazano na slici 3. Sukcesivnom promenom položaja ose alata saglasno promenama položaja normala u stanju smo da kontrolišemo tačku kontakta alata i radne površine a time i brzinu rezanja. Ovim postupkom smo u satnju da direktno utičemo i na kvalitet obrađene površine.

4. ZAKLJUČAK

Dobijeni eksperimentalni rezultati pokazuju da je problem geometrijskog modeliranja i izrade modela ljudske glave u veoma uskoj vezi sa skupom ulaznih podataka sa kojima se raspolaže na početku procesa projektovanja. Pristup zasnovan na konceptu skupa antropometrijskih mera nosi u sebi mnoštvo neodređenosti oblika modela što podrazumeva veliki uticaj projektanta. Intuicija i osećaj za estetiku su vrlo važne osobine projektanta. Uslov da se na urađenom modelu glave mora obezbediti kontrola ulaznih antropometrijskih mera nemeće potrebu da se jednoznačno definišu tačke u kojima se vrši merenje. Svaka proizvoljnost u lociranju tačaka na modelu izaziva dobijanje drugačijih rezultata a time se automatski dovodi u pitanje valjanost modela. U cilju prevazilaženja ovih problema potrebno je uvesti drugačiji pristup u obezbeđivanju ulaznih podataka za derfinisanje modela glave. Uvođenjem digitalne slike u sam proces obezbeđivanja podataka na statističkom uzorku, rekonstrukcijom 3D modela glave, na osnovu digitalne slike, obezbedili bismo dovoljno podataka za geometrijsko modeliranje i time umanjili uticaj projektanta. Sa tako ostvarenim skupom podataka mogli bismo tvrditi da model glave u stvari predstavlja statistički uzorak za posmatranu populaciju.

5. LITERATURA

- [1] Chellappa R., Wilson C.L., Sirehez S.: Human and machine recognition of faces: A survey. Proceedings of the IEEE 83, 5 (1995), 705-740.
- [2] Akimoto T., Suenaga Y., Wallace R. S.: Automatic creation of 3D facial models. IEEE Computer Graphics and Applications, 13, 5 (september 1993), 16-22.
- [3] Beumier C., Achero M.: Automatic 3D face authentication. Image and Vision Computing 18, 4 (March 2000) 315-321.
- [4] Frischholz W. R., Dieckmann U. :<http://www.computer.org/computer/co2000/r2064abs.htm>, IEEE Computer, Vol. 33, No. 2, 2000.
- [5] O'Mara D.: Automated facial metrology. Ph.D. thesis, 2000. (www.cs.uwa.edu.au/~davido).
- [6] Bojanić P.: A Contribution to the Building of CAD/CAM System for Modeling and Production the Human Face Features as a Base for Design and Manufacturing Protective Devises. The Winter Annual Meeting of American Society of Mechanical Engineers. Vol.25, Boston, 1987.
- [7] Ivanović R., Slavković G.: Prilog razvoju metoda za geometrijsko modeliranje glave čoveka. Zbornik radova "25. Savetovanje proizvodnog mašinstva", Beograd 2002.

GEOMETRIC MODELING AND MANUFACTURING OF THE HUMAN HEAD MODEL

Summary

This paper discus the problem of geometric modeling and manufacturing a Model of human head as a base for designing protective masks. The set of anthropometrics measures are input for designing a geometric model. Computer model of the head is generated out of segments, which are assembled according to boundary conditions. Designer, through analysis of each geometric segment can design from different points of view - functional and esthetic. Generating NC program for manufacturing on NC machine tool, it is possible to produce model on 3 axes machine tool.



Budak I., Matin I., Vukelić Đ., Hodolić J. *)

JEDAN PRILAZ AUTOMATIZACIJI POSTUPAKA MODELIRANJA GRUPE PROIZVODA PRIMENOM PROGRAMSKOG SISTEMA Pro/ENGINEER **)

Rezime: *Automatizacija modeliranja grupe proizvoda primenom savremenih CAD sistema, u okviru projektovanja grupnih i tipskih tehnoloških procesa, može značajno doprineti povećanju efikasnosti projektovanja novih proizvoda.*

U radu je predstavljen jedan prilaz automatizaciji postupaka modeliranja grupe proizvoda, razvijen za potrebe modeliranja grupe cilindarskih košuljica iz proizvodnog programa AD MOTINS, u okviru kompleksnog CAD/CAPP/CAM sistema. Kao programska podrška iskorišćen je CAx programski sistem najnovije generacije Pro/ENGINEER 2001.

1. UVOD

Sistematizacija i grupisanje proizvoda u tehnološke grupe i tipove, doprinosi većoj efikasnosti modeliranja novih proizvoda i projektovanja i realizacije tehnoloških procesa izrade.

Osnovna karakteristika tehnološke grupe proizvoda jeste tehnološka sličnost. Formiranje tehnološke grupe proizvoda vrši se primenom odgovarajućih metoda i kriterijuma za grupisanje, kao što su primena konstruktivno-tehnoloških klasifikatora, zatim poređenje delova za koje su poznati individualni tehnološki procesi, vizuelnim poređenjem itd., uzimanjem u obzir prvenstveno serijnosti svakog pojedinačnog dela. Pri projektovanju grupnog tehnološkog procesa, da bi se po grupnom konceptu mogli izraditi svi delovi iz grupe, projektovanje se vrši za *kompleksni* deo, koji sadrži sve konstrukcione elemente (površine i zahvate) za sve delove iz grupe.

Tipski tehnološki procesi se projektuju sa sličnim ciljevima i imaju slične efekte kao grupni, s tom razlikom što se projektuju za tipove delova. Osnovna karakteristika tipskih tehnoloških procesa jeste jedinstvo tehnološkog procesa. Do tipova delova se dolazi daljim raščlanjivanjem grupa uz primenu dopunskih kriterijuma, pri čemu tip predstavljaju delovi koji za izradu zahtevaju iste obrade i njihov redosled. Prema tome, može se reći da tip predstavljaju delovi istog oblika u datom opsegu dimenzija, iste tačnosti i skoro uvek od istog materijala.

2. DEFINISANJE PROBLEMA

Značajan deo proizvodnog programa AD MOTINS predstavljaju cilindarske košuljice. Asortiman cilindarskih košuljica koje se proizvode je vrlo kompleksan i raznolik i obuhvata 180 različitih cilindarskih košuljica sa tendencijom pojavljivanja novih. U toku razvoja programskog sistema za automatizaciju projektovanja proizvoda i tehnoloških procesa njihove izrade prema modelu prikazanom u [4], pojavila se potreba za automatizacijom procesa modeliranja grupe proizvoda, u ovom slučaju pripremake cilindarskih košuljica. Razvojem efikasnog i otvorenog rešenja, u smislu dopunjavanja novim tipovima, značajno bi se podigao nivo automatizacije prethodno spomenutog sistema, a takođe bi se kroz uštedu vremena potrebnog za modeliranje doprinelo povećanju produktivnosti.

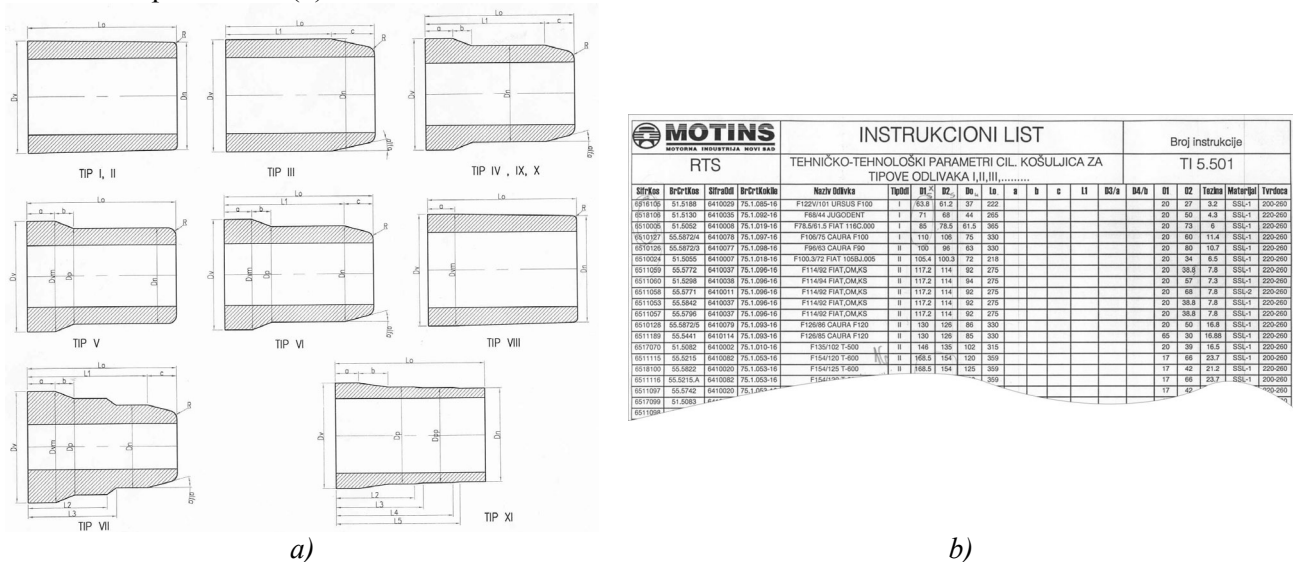
Tema ovog rada je upravo prikaz jednog takvog rešenja, koje treba da predstavlja bazu 3D modela budućeg programskog rešenja za automatizovano projektovanje cilindarskih košuljica i tehnološkog procesa njihove izrade u AD MOTINS.

*) Igor Budak, dipl.inž.maš., Ivan Matin, dipl.inž.maš., Đorđe Vukelić, dipl.inž.maš., Dr. Janko Hodolić, redovni profesor, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, 21000 Novi Sad, tel.: +381 21 450-366, fax: +381 21 54-495, e-mail: budaki@uns.ns.ac.yu

**) Rad predstavlja segment istraživanja na projektu "Razvoj programskog sistema za automatizaciju projektovanja proizvoda i tehnoloških procesa njihove izrade u AD Motins" koji finansira Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Vlade Republike Srbije za 2002.-2003.godinu.

3. PRIKAZ REŠENJA

Preduslov za razvoj kvalitetnog rešenja za automatizovano modeliranje tehnološke grupe proizvoda, jeste detaljna i potpuna sistematizacija grupe za koju se rešenje razvija. U ovom slučaju su pripremi cilindarskih košuljica, prema klasifikaciji AD MOTINS, koja ovde neće biti detaljnije izložena pre svega zbog ograničenog prostora, grupisani u 11 tipova. Na slici 1. su prikazani tipovi (a) i segment njihovih tehničko-tehnoloških parametara (b).

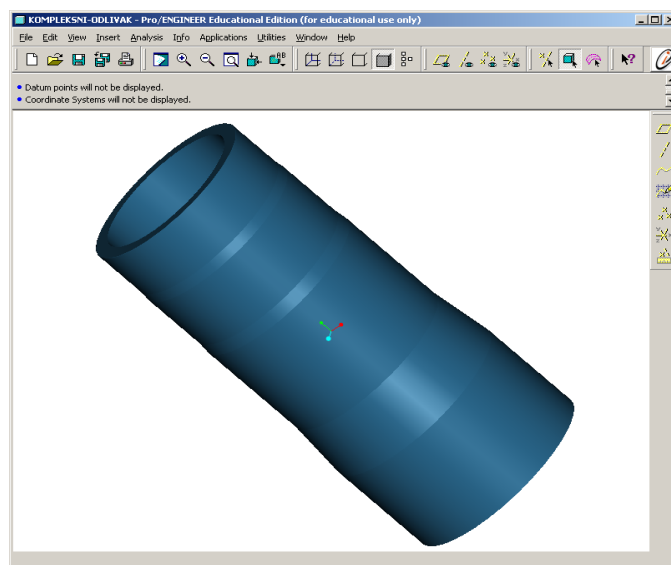


Slika 1. Tipovi priprema cilindarskih košuljica (a) i segment njihovih tehničko-tehnoloških parametara (b)

Za rešenje automatizacije modeliranja familije cilindarskih košuljica izabran je Pro/ENGINEER 2001, sveobuhvatno CAx programsko rešenje poslednje generacije. Izbor programske podrške bio je olakšan činjenicom da je AD "MOTINS", u saradnji sa Fakultetom tehničkih nauka, od 2001. godine licencirani korisnik ovog programskog sistema.

Prilikom razvoja ovog rešenja iskorišćena je ugrađena opcija za modeliranje familije proizvoda pod nazivom *Family Table*, koja nudi mogućnost razvoja metoda za varijantno i parametarsko projektovanje, kao i razvoj biblioteka delova i sklopova.

Na osnovu analize 11 tipova u okviru grupe priprema cilindarskih košuljica, može se zaključiti da ni jedna košuljica ne sadrži sve konstrukcione elemente ostalih (slika 1a), tako da se ni jedna od njih ne može iskoristiti kao kompleksan deo. S obzirom na prethodno, u ovom prilazu je u cilju racionalizacije postupka modeliranja, izvršeno kreiranje apstraktnog kompleksnog dela koji sadrži sve konstrukcione elemente koji se pojavljuju u okviru grupe (slika 2).



Slika 2. Kompleksni deo

Pri kreiranju generičkog modela bitno je da se svi konstrukcioni elementi kreiraju kao nezavisne celine, da bi kasnije iz njega bilo moguće generisati sve tipove. Generisanje pojedinačnih tipova se vrši izborom konstrukcionih elemenata koji su sadržani u tom tipu. Na slici 3 je prikazan izgled interfejsa - tabele, u okviru Pro/E opcije *Family Table*, sa definisanim konstrukcionim elementima za svaki tip. Redovi u tabeli predstavljaju tipove cilindarskih košuljica, dok su u okviru kolona dati konstrukcioni elementi pri čemu oznake "Y" i "N" označavaju da konkretni tip sadrži, odnosno ne sadrži taj konstrukcioni element.

Type	Instance Name	F1159 [PRTRSN]	F1464 [PRTRSN]	F1517 [PRTRSN]	F1570 [PRTRSN]	F1623 [PRTRSN]	F1681 [PRTRSN]
	KOMPLEKSNI-OD...	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	TIP-ODLIVKA-VI	Y	Y	Y	Y	N	N
	TIP-ODLIVKA-I	Y	N	N	N	N	N
	TIP-ODLIVKA-II	Y	N	N	N	N	N
	TIP-ODLIVKA-III	Y	Y	N	N	N	N
	TIP-ODLIVKA-IV	Y	Y	N	N	N	N
	TIP-ODLIVKA-V	Y	Y	Y	N	N	N
	TIP-ODLIVKA-VII	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	TIP-ODLIVKA-VIII	Y	Y	N	N	N	N
	TIP-ODLIVKA-IX	Y	Y	Y	N	N	N
	TIP-ODLIVKA-X	Y	Y	Y	Y	N	N

Slika 3. Interfejs Pro/E opcije *Family Table* sa tabelom za generisanje tipova pripremake cilindarskih košuljica u okviru grupe

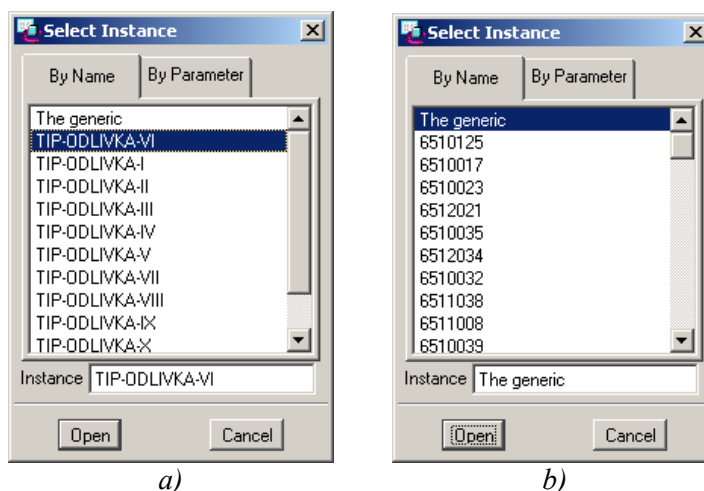
Sledeći korak je bila automatizacija modeliranja cilindarskih košuljica u okviru pojedinačnih tipova. S obzirom da cilindarske košuljice u okviru pojedinačnih tipova sadrže iste konstrukcione elemente, razlike se svode isključivo na vrednosti dimenzija, što i jeste osnovna odlika kod modeliranja tipskih proizvoda. Ovde je automatizacija modeliranja pripremake cilindarskih košuljica izvršena tako što su iz svakog generisanog tipa u okviru grupe, direktno generisani modeli pripadajućih pojedinačnih pripremake. U tom smislu su kreirane posebne tabele za svaki tip (slika 4), pri čemu su u okviru kolona, umesto konstrukcionih elemenata, dati parametri (dimenzije) koji se razlikuju kod pojedinačnih cilindarskih košuljica predstavljenih šifrom u okviru redova.

Type	Instance Name	d135	d134	d146	d95	d137	d136	d117	d139	d138	d120	d141	d140
	TIP-ODLIVKA-VII	156.00...	156.0...	130.0...	47.80...	158.00...	156.00...	9.500...	158.00...	158.00...	57.0...	160.50...	158
	6510028	102.00...	90.00...	78.00...	28.30...	102.00...	102.00...	21.70...	108.00...	102.00...	5.00...	108.00...	108
	6510134	102.00...	90.00...	78.00...	28.30...	102.00...	102.00...	21.70...	108.00...	102.00...	5.00...	108.00...	108
	6510031	102.00...	91.00...	80.00...	28.30...	102.00...	102.00...	21.70...	108.00...	102.00...	5.00...	108.00...	108
	6511069	132.00...	117.0...	102.0...	26.00...	132.00...	132.00...	24.00...	133.00...	132.00...	5.00...	133.00...	133
	6511072	132.00...	117.0...	102.0...	26.00...	132.00...	132.00...	24.00...	133.00...	132.00...	5.00...	133.00...	133
	6512063	132.00...	115.0...	98.00...	26.00...	132.00...	132.00...	24.00...	133.00...	132.00...	5.00...	133.00...	133
	6511065	132.00...	116.0...	100.0...	26.00...	132.00...	132.00...	24.00...	133.00...	132.00...	5.00...	133.00...	133
	6511064	132.00...	116.0...	100.0...	26.00...	132.00...	132.00...	24.00...	133.00...	132.00...	5.00...	133.00...	133
	6511071	132.00...	117.0...	102.0...	26.00...	132.00...	132.00...	24.00...	133.00...	132.00...	5.00...	133.00...	133
	6511089	146.50...	130.0...	115.0...	30.00...	146.50...	146.50...	20.00...	149.00...	146.50...	5.00...	149.00...	149

Slika 4. Interfejs Pro/E opcije *Family Table* sa tabelom za generisanje pripremake cilindarskih košuljica u okviru tipova

Na ovaj način je kompletna grupa cilindarskih košuljica skoncentrisana praktično u okviru jedne datoteke. Model željene cilindarske košuljice se dobija u dva koraka. Najpre se vrši izbor jednog od 11 tipova (slika

5a), a zatim se u automatski otvorenoj listi cilindarskih košuljica, koje pripadaju izabranom tipu, vrši izbor konkretnog priprema cilindarske košuljice.



Slika 5 Dijalog okviri za izbor u okviru grupe (a) odnosno u okviru tipa (b)

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Razvijeno programsko rešenje za automatizovano modeliranje priprema cilindarskih košuljica na principima grupne i tipske tehnologije, u okviru CAD/CAPP/CAM sistema, u potpunosti je zadovoljilo postavljene zahteve. Omogućeno je racionalnije modeliranje kreiranjem simbiotičkog kompleksnog dela, kao i efikasno generisanje modela preko parametrizovanih nezavisnih konstrukcionih elemenata. Zahvaljujući činjenici da su svi modeli sadržani u okviru jedne datoteke, postignuta je kompaktnost i izbegnuta mogućnost "gubljenja" pojedinih modela; a obezbeđena je i otvorenost rešenja za proširivanje i dopunjavanje kako na nivou grupe, tako i u okviru tipova.

S obzirom da je rešenje realizovano u okviru programskog sistema Pro/ENGINEER 2001, dobijeni modeli se efikasno mogu iskoristiti u ostalim modulima za projektovanja tehnološkog procesa izrade, počev od generisanja tehničke dokumentacije, preko strukturnih analiza, do simulacije izrade i generisanja NC koda.

5. LITERATURA

- [1.] -----: *Fundamentals of Design*, Pro/ENGINEER Training Documentation Bundle - Release 2001, Parametric Technology Corporation, Waltham, USA, 2001.
- [2.] -----: *Pro/ENGINEER 2001 Release Notes*, Pro/ENGINEER 2001 Documentation, Parametric Technology Corporation, Waltham, USA, 2001.
- [3.] Митрофанов С.П.: *Научные основы групповой технологии*, Лениздат, 1959.
- [4.] Todić V., Milošević M., Lukić D.: *Model programskog rešenja za automatizaciju projektovanja tehnoloških procesa izrade košuljica cilindara*, Zbornik radova 5. međunarodnog savjetovanja DEMI 2002, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, 2002.
- [5.] Todić V., Banjac D.: *Projektovanje i optimizacija tehnoloških procesa obrade*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2000.

AN APPROACH TO THE AUTOMATION OF THE MODELING PROCESS FOR THE GROUP OF PRODUCTS WITH THE Pro/ENGINEER SOFTWARE SYSTEM

Abstract: Automation of the modeling process for the group of products, by usage of hi-end CAD systems, in the frame of group and type technology, can significantly improve the efficiency of the new product modeling process. This paper presents an approach for the automation of the modeling process for the group of products, developed for the cylinder coats from the production program of AD MOTINS company, in the frame of complex CAD/CAPP/CAM system. As a software base, the latest version of high-end CAx system Pro/ENGINEER 2001, have been used.



Srećko Ćurčić¹, Ratomir Ječmenica²

POBOLJŠANJE PERFORMANSI PROIZVODA KORIŠĆENJEM INDUSTRIJSKOG DIZAJNA

Rezime:

Industrijski dizajn dobio je u poslednje vreme na aktuelnosti. Razvoj industrijskog dizajna ne dolazi slučajno, već iz saznanja da je ciljna upotreba industrijskog dizajna danas odlučujući momenat za tržišni uspeh proizvoda.

1. UVOD

Industrijski dizajn obuhvata funkcionalnu, estetsku i simboličku komponentu, čije vrednosti mogu biti različite od proizvoda do proizvoda, što se izražava u težini odgovarajućih procesa za oblikovanje.

Prva bitna komponenta je funkcionalnost. Proizvod mora biti valjan za upotrebu, što znači, da one kvalitativne osobine, koje čine njegovu osnovnu korisnost, mora da poseduje. Osobine kao laka upotreba, mogućnost uskladištenja, mala zahtevnost u pogledu nege i čišćenja, sigurnost upotrebe i slično, sadržani su u funkcionalnosti.

Druga komponenta je estetska funkcija jednog proizvoda i može se razumeti "kao psihološki aspekt čulne uverenosti kod upotrebe", drugačije izraženo, ona otelotvoruje odnos između proizvoda i korisnika koji se doživljava u opažanju. Parametri oblikovanja koji su usmereni na uticaj estetske komponente, kao na primer: svojstvo površine, boja, prečnici, uglovi, proporcije, igraju danas odlučujuću ulogu posebno na tržištu robe za opštu potrošnju.

Treća komponenta industrijskog dizajna, može se označiti kao simbolična komponenta. Ovim se nagoveštava okolnost, da proizvodi, uslovljeno njihovom asocijativnom moći, poseduju često snagu simbola. Tako oni mogu da izraze specifičan vrednosni stav, npr. negovanje kulture hranjenja, pripadnost jednom određenom socijalnom sloju (misli se na primer proizvod prestiža ili samo osećajna vrednoet), a u vezi odgovarajuće identifikacije.

Sve tri navedene komponente dizajna su tesno međusobno povezane, što za posledicu ima, da je oblikovanje jedne komponente povezano sa izmenom druge komponente.

2.0. POSTIZANJE KONKURENTNIH KARAKTERISTIKA PROIZVODA POMOĆU INDUSTRIJSKOG DIZAJNA

Potencijal prednosti, koje se mogu realizovati ciljnom upotrebom industrijskog dizajna, je veoma značajan. Ovde nije moguće izneti sve relevantne faktore koji su u vezi sa ovim, pa ćemo se ograničiti na to da prikazemo vrednost industrijskog dizajna imajući u vidu nekoliko centralnih argumenata koji poboljšavaju performanse proizvoda na tržištu.

2.1. Diferenciranje naspram konkurenata

U sektoru robe opšte potrošnje konfrontirani smo danas sa zasićenim tržištima i oštrom konkurencijom. Homogenost, uniformisanost proizvoda, predstavlja u mnogome činjenicu koja se ne može osporiti.

¹ Dr Srećko Ćurčić, docent, ² Prof. dr Ratomir Ječmenica, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, 32000 Čačak, Tel: 032/302-737, E-mail: sreckoc@tfc.kg.ac.yu

Potrebno je potrošačima dati razlog da uzmu naš proizvod a ne od konkurencije. To znači opremiti proizvod idejom, koji će ga omeđiti u odnosu na proizvode konkurencije, a da se izbegne čista konkurencija u ceni. Instrument "industrijski dizajn" je zato izuzetno prikladan. Imajući u vidu gore pomenutu trijadu praktičnih, estetičkih i simboličkih funkcija, dizajner može da izabere za svoj rad različite polazne tačke.

Tako bi bilo racionalno u vezi sa naporima diferenciranja kod jednog potrošnog dobra da se koncentriše na faktore ergonomske oblikovanja. Tehnička sposobnost funkcije proizvoda obrazuje samorazumljivu osnovu. Realizacija diferenciranog, samostalnog rešenja problema je ipak u tome, da se korisniku omogući jednostavnije, lakše i sigurnije rukovanje proizvodom.

Različita istraživanja tržišta potvrđuju potrošački trend ka individualizmu i samo predstavljanju, a mora se voditi računa i o estetskim kriterijumima. Korišćenje pomenutih parametara oblikovanja: materijal, površina, boja itd. trebalo bi da osigura da ne bude "prosečno rešenje".

Posebno teško je diferenciranje simbolične komponente. Ovde treba postaviti zahtev za dizajn koji je orijentisan na doživljaj. Orijehtacija na životne navike i životni stil, koja će potrošaču dati osećaj da će potrošnjom određenih dobara doprineti realnom kvalitetu života.

Sporedni oslonac takve strategije dizajna kroz reklamnu komunikaciju, u vezi jačanja dodatne koristi može se tretirati ovde kao neophodna, kao što se uopšte na to ukazuje, da se dizajn osnovna komunikacija proizvoda i da se mora integrisati u "miks" preduzeća.

2.2. Stvaranje jasnog profila proizvoda u svesti potrošača

Pomenuta kvalitativna homogenost na tržištima opšte potrošnje kao i činjenica da je današnji potrošač konfrontiran sa pravom poplavom informacija ima za posledicu krajnje interesantan fenomen, kako pokazuju istraživači potrošačkih odnosa. Ne uzimajući u obzir vrlo skupe proizvode, kvalitativnu procenu proizvoda potrošač vrši po pravilu površno i intuitivno.

Ovaj trend se pospešuje i činjenicom da sve više prevladaju tržišta koja nameću potrošaču da se sam informiše o proizvodu. Interesantna činjenica za ovde razmatrani problem da parcijalni aspekt jednog proizvoda razvija se dejstvom zračenja koji parcijalne kvalitete podiže u kvalitete celine.

Sve više se na to ukazuje, sa različitih strana, da se budućnost mora videti u tome, naročito za mala i srednja preduzeća, da se koncentrišu na proizvode sa visokim tehničkim kvalitetom, kao i na "inteligentna" rešenja proizvoda. Mora se ipak jasno ukazati, da imajući objektivno kvalitete koji se mogu kvantificirati u mnogim slučajevima ne predstavljaju garanciju uspeha. Ne retko se dešava da veliki utrošak preduzeća u proizvode nije primetan, jer se ne vidi u zanemarenoj formi proizvoda. Zadatak industrijskog dizajna sastoji se u tome da sadržani "unutrašnji" kvalitet proizvoda bude prepoznatljiv spolja. Potrošač mora biti uveren na prvi pogled da se radi o proizvodu koji je poslednja reč tehnike.

Suviše visoka očekivanja vode kod potrošača do razočaranja u proizvod, tako da se može računati sa negativnim efektima. Tako bi se industrijski dizajn degradirao u čistu "kozmetiku", koja se ne može dovesti u sklad sa filozofijom dizajna.

3.0. STVARANJE DUGOROČNOG IDENTITETA PROIZVODA I PREDUZEĆA

Industrijski dizajn mora se videti kao dugoročna politika preduzeća. Rešenja dizajna, koja se orijentišu na prolazna "modna" strujanja, moraju da se prosuđuju sa skepsom. Viđeno na duži rok, uspeh se sastoji u tome da se na tržištu među ponuđenom paletom proizvoda stvori prepoznatljiv stil marke odnosno preduzeća i da se godinama neguje i razvija konsekvntno. Na ovaj način treba da se stvore identiteti proizvoda, a to je istovremeno važan elemenat imidža preduzeća (Corporate Design).

Potrošači dodeljuju preduzeću kompetentnost, koja doprinosi da se osećaj rizika kod akta kupovine redukuje, a kupovina uvećava i formiraju se stalni kupci.

Između korporativnog identiteta i korporativnog dizajna postoji međusobni uticaj. Ciljna upotreba industrijskog dizajna je na kraju prikladna, da se u različitim segmentima preduzeća ostvare uštede. Mogući potencijal snižavanja troškova je u segmentu Razvoja proizvoda.

Sistemska izrađen koncept oblikovanja olakšava kombinaciju ranijih iskustava oblikovanja sa aktuelnim nužnostima oblikovanja. Aktivnostima dizajna, uslovljeno njihovim sistemskim karakterom, upravo i kod razvoja inovacija, timskim radom učiniti da troškovi proizvoda budu što niži.

Smanjenje troškova izrade je zahtev koji prati celokupni proces dizajna. Celokupne varijante rešenja moraju se kontinuirano kontrolisati na njihove kasnije troškove realizacije. U preduzećima sprovođiti postupak analize vrednosti za optimizaciju odnosa funkcije/troškovi.

4.0. RAZVOJ REŠENJA DIZAJNA KAO INTERDISCIPLINARNI ZADATAK

Da bi se pomenute prednosti industrijskog dizajna realizovale, treba osigurati optimalno raščlanjenje ovih aktivnosti u organizaciji preduzeća. Pri tome treba doneti odluku da li je bolje imati svoje odeljenje za dizajn ili angažovati spoljnog dizajnera. Manja i srednja preduzeća što se tiče troškova bolje da koriste usluge spoljnog dizajnera, pri čemu bi trebalo angažovanog dizajnera dugoročno vezati za preduzeće.

Prenos zadatka dizajna specijaliste izvan preduzeća znači ipak da se mora pokloniti pažnja institalizaciji te saradnje. Proces dizajna znači istovremeno, koje zahteva različite profile znanja i koji se može realizovati interdisciplinarnim radom.

Samo kompleksno posmatranje zadatka koji treba savladati može garantovati da će celokupni naučni potencijal, koji se nalazi u različitim sektorima preduzeća, uticati na rešenje problema.

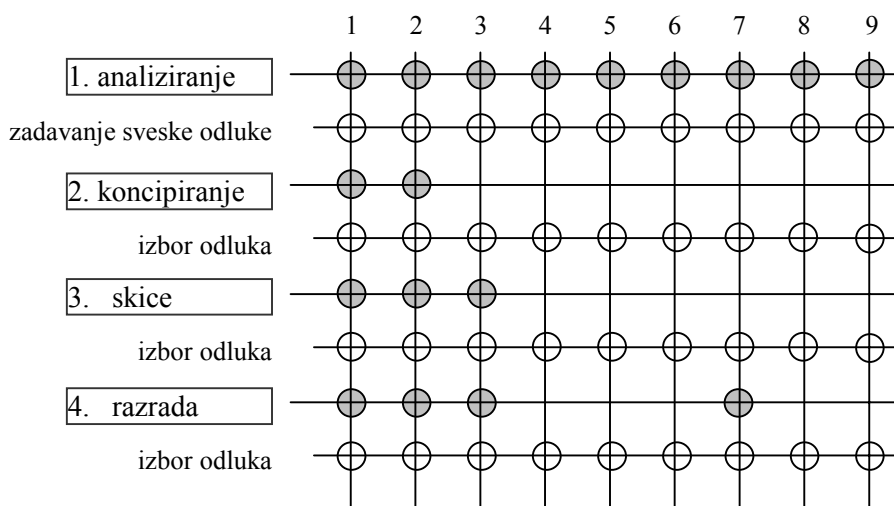
Da bi mogao da se koristi jedan takav sinergijski efekat u pojedinačnom slučaju planiranja i da bi se izbegle frustracije i nesporazumi među zaposlenima, potrebno je da dizajner i svi drugi koji direktno ili indirektno učestvuju i koje dotiče dati problem u preduzeću budu uključeni organizatorski jasno utvrđeno. Glavni uzroci što u praksi nastaju konflikti između dizajnera i odgovornih u sektorima preduzeća su po našem mišljenju slab protok informacija kao i odsustvo spremnosti da se uđe u svet iskustva i delatnosti drugog. Zbog toga je potrebno postaviti na jasno uređenu osnovu razmenu informacija i timski rad.

5.0. PREGLED DIZAJN PROCESA

Prevazišlo bi okvire ovog rada kada bi se ulazilo u opis svih pojedinačnih faza procesa dizajniranja, i pri tom da se daju konkretni predlozi za rad. Jedan takav proces bi bio i zbog toga malo koristan jer neko ko nije dizajner i tehničar treba da se koncentriše na prvu fazu procesa da bi rešenje bilo uspešno.

Da bi se ostvarioo željeni cilj pomoću dizajn procesa, potrebno je formirati pregled u 4 glavna koraka planiranja dizajna. U fazi razvoja radi se o još uvek nedovoljno preciznom formulisanju zadatka (dizajn novog proizvoda odnosno redizajn proizvoda koji se već nalazi na tržištu). Zatim je potrebno prikupiti sve potrebne informacije, ideje i pobude i prodiskutovati ih. Na osnovu tako dobijenih saznanja i iz toga definisanih ciljeva mora se za definisani proizvod.

Kao što se može videti za slike 1 potrebno je da svi sektori preduzeća učestvuju u prvoj radnoj fazi. U konceptijskoj fazi bitno je da se razviju različite varijante rešenja, kao i da se utvrdi principijelna izgradnja proizvoda. U zajedničkom timu treba da budu dizajner i razvojni sektor proizvoda, kao i konstruktor. U radnoj i realizirajućoj fazi moraju se izvršiti sve pripreme (na primer radni crteži, liste artikala). Na kraju svake faze potrebno je svaku fazu proanalizirati, kao i rezultat, kao bitan sastavni deo efikasnog planiranja dizajna.



Slika 1. Dizajn kao interdisciplinarni proces; 1-dizajn; 2-istraživanje i razvoj; 3-konstrukcija; 4-planiranje/organizacija; 5-finansiranje; 6- nabavka; 7-pakovanje; 8-marketnig/promet; 9-opšta politika preduzeća

6.0. ZAHTEVI OD DIZAJNERA

O uspešnom dizajnerskom radu može biti reči samo onda, ako se uspe da se razviju proizvodi koji opravdaju sve zahteve kupca i institucija koje učestvu na tržištu. Kada su u pitanju robe široke potrošnje samo se po sebi razume da je potrebno najpre razmišljati o zahtevima potrošača, odnosno korisnika.

Isto tako treba uvažiti i zahteve onih koji oblikuju uticaj tržišta. Zatim i zahteve različitih grupa za skladištenje i transport treba uzeti u obzir i na kraju zahteve proizvođača, koji opet moraju da urede sve sektore preduzeća.

Dizajneru je nemoguće da bude u situaciji da zna i prosudi sve zahteve, koji se postavljaju jednom proizvodu. Jer kod sveobuhvatnog iskustva nije moguće imati saznanje o svim detaljima. Zbog toga se moraju već u fazi analize reći dizajneru sve važne informacije.

U praksi se često ovom problemu ne poklanja dovoljna pažnja. Tako se podaci o trenutnoj situaciji na tržištu, o očekivanim trendovima, o proizvodima koji se već nalaze u proizvodnji, o rešenjima problema konkurencije i kao najvažnije informacije o ciljnoj grupi, kojoj je namenjen skicirani proizvod, od odgovornih za marketing delom neprecizno, delom nepotpuno dalje prosleđuju.

Dizajner je često zbog ovakve situacije primoran da pretvara želje korisnika, kao i da se osloni na svoje vlastito iskustvo. To ima za posledicu da se njegovi radovi od marketinških predstavnika ocenjuju kao nedovoljni, jer oni imaju osećaj da njihovi (često neizgovoreni) argumenti nisu uzeti u dovoljnoj meri u obzir, da su pogrešno interpretirani itd.

Da bi se to sprečilo potrebno je da marketing u prvoj fazi procesa dizajna da tačan opis ciljne grupe, koji će sadržati osobine proizvoda u vezi funkcionalnosti, estetike i simbolike. Prognoza budućeg ukusa potrošača koja se dobila anketom nije lišena određene problematike. Ipak, dizajner mora da uzme u obzir takve podatke tržišta kao neophodnu pomoć.

7. ZAKLJUČAK

Za tržišno orijentisane zahteve, treba razmatrati zahteve kupca. Da bi se oni adekvatno vrednovali treba na odgovarajući način dizajnirati proizvod. Rad dizajnera treba da unutrašnje kvalitete proizvoda učini spolja prepoznatljivim, kao i da smanji objašnjenje kupcu i time smanji ukupne troškove.

Dizajner treba da obuhvati zahteve o : proizvodu, skladištenju i transportu. Potreba za prostorom, mogućnost slaganja, težina, rukovanje, osetljivost na temperaturna kolebanja ili na vlažnost vazduha, osetljivost na ručno ili mašinsko manipulisanje samo su neke od tačaka koje dizajner mora uzeti u obzir da bi proizvod bio prihvatljiv za kupca. Ispunjenje ovih zahteva je neodvojivo od oblikovanja pakovanja. Takođe, ako je moguće, treba birati postupak proizvodnje, koji dozvoljava da se proizvodi sa minimalnim troškovima.

8. LITERATURA

- [1]. Cilin B.: Designing for Change: A partial guide to bisines transformation, John Wiley&Sons, Chishester - New - York - Singapore, 1996.
- [2]. Micshael H., James C.: Reingeneering dhe Corporation- Amanifesto from business revolution, Harper Collins Publishers, New York, 1993.

IMPROVING OF PRODUCT PERFORMANCES USING INDUSTRIAL DESIGN

Sammary:

Industrial Design has become important in the field of product popularity, this work is going to prove that industrial Design has the most significant influence on market success of a product.

Eugen Ghita, Gilbert Rainer Gillich¹

A CAD Analysis of Faults in Railway Wheels

Rezime

Ovaj rad predpostavlja temeljnu kompjutersku analizu nad greskama ili pukotine na jednom točku jednog železničkog vozila. Analiza može biti uradjena bidimenzionalno (2D) kao i tridimenzionalno (3D) pomoću jednog neliniarnog modula analitickog programa softa. U vezi sa teretnom stanju na vrhu pukotine, mogu se pronaći i drugi parametri prelomne mehanike.

1. INTRODUCTION

According to the new european quality standards regarding the safety and the comfort of the passengers, an accurate location and estimation of the high stress concentration in railway heels became a problem of a great importance. The finite element analysis has been performed for a wheel with a rolling diameter of 920 mm belonging to romanian railway vehicles, both for static and dynamic conditions.

2. STRESS AND FRACTURE MECHANICS PARAMETERS ANALYSIS

2.1. The 2-D finite element analysis

A 2D CAD plane axisymmetrical analysis has been performed by using the meshing with plane triangular (3 nodes) or quadrilateral (4 nodes) elements. The meshing of a half cross-section of wheel by 820 finite elements (679 nodes) is presented in figure 1.

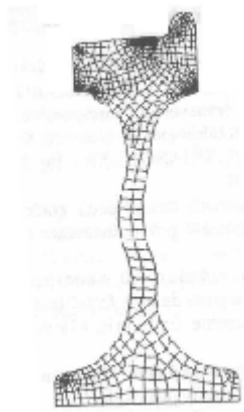


Fig.1 The plane axisymmetrical meshing of a radial cross-section of a romanian railway wheel (rolling diameter Φ 920 mm)

¹ Eugen Ghita, "POLITEHNICA" University of Timisoara, Mechanical Engineering Faculty, Dpt. Strength of Materials, Bd. M. Viteazul nr. 1, 1900-Timisoara, Romania.

E-mail: ghita@mec.utt.ro

Gilbert Rainer Gillich, "Eftimie Murgu" University, Engineering Faculty, 1700-Resita, Romania.

E-mail: raini@uem.ro

A loading with forces in the nodes and also a thermal loading may be simulated.

The meshing and modeling around a crack is presented in figure 2 .An automated accurate meshing in the near proximity of the top of the crack may be observed.

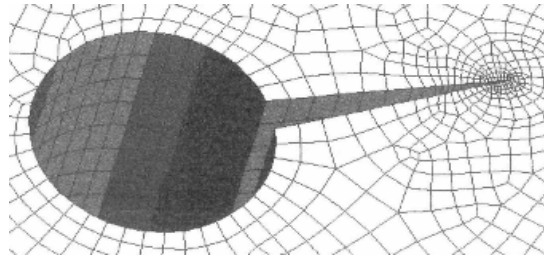


Fig. 2 The automated refined meshing around the crack top

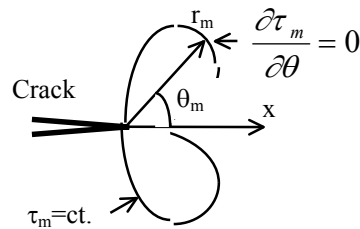


Fig.3 The theoretical state of stress around the top of a crack

The main mathematical equations in order to estimate the state of stresses around the top of a crack and the fracture mechanics parameters are as follows,[2]:

$$\sigma_x = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2}\right) - \sigma_{0x}$$

$$\sigma_y = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 + \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2}\right)$$

$$\tau_{xy} = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2}$$

$$\sigma_{\theta x} = \frac{-2 \tau_m \cos \theta_m}{\cos \frac{3\theta_m}{2} \left(\cos^2 \theta_m + \frac{9}{4} \sin^2 \theta_m\right)^{1/2}}$$

$$K_I = \frac{2 \tau_m \sqrt{2\pi r_m}}{\sin \theta_m} \left[1 + \left(\frac{2}{3 \operatorname{tg} \theta_m}\right)^2\right]^{-1/2} \left(1 + \frac{2 \operatorname{tg} \frac{3\theta_m}{2}}{3 \operatorname{tg} \theta_m}\right)$$

The state of stress may be imported as an input data into a fracture mechanics software in order to estimate the following parameters :the J integral, the direction and the rate of the crack propagation process, the stress intensity coefficients K_I and K_{IC} .

2.2. The 3-D finite element analysis

The analysis is able to conduce to the directions of crack propagation. Because of a high stress concentration around the crack top ,the stress usually exceed the yield point of the material. A 3D view including the propagation directions and the plastic effect is recommended to be performed because of safety reasons.

The plastic effect is in relationship with the stress concentration as well with the faults distribution in the railway wheel around the contact patch with the rail.

A 3D CAD analysis has been performed by using a special software (Algor), [1]. The meshing of a railway rolling wheel 920b STAS 8824-91 by 9873 3D-solid (“brick”,8 nodes) finite elements, (5487 nodes), is presented in figure 4:

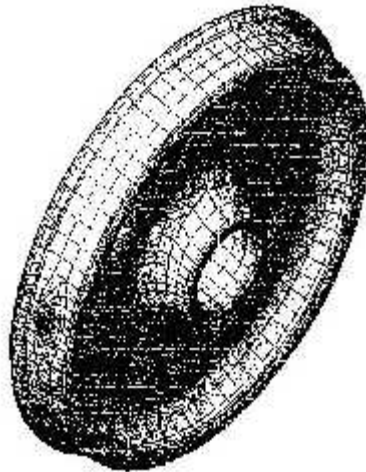


Fig.4. The 3-D meshing of a railway wheel

The wheel may be loaded with a combination of external forces and temperature in the nodes. An accurate refining of the contact patch (with the rail) is presented in figure 5:



Fig.5.The loading contact patch-particular loading area

A high stress concentration is presented in such an area. Real values of the contact patch areas has been considered by taking into account the influence of roughness and wear,[3],[4]. The state of rail-wheel contact stresses is studied for different vertical and lateral loading ,lubrication and thermal conditions.

3 .CONCLUSIONS

-The values of stresses on the contact surface ,in it`s near proximity and around the top of the cracks are in a resonable agreement for the 2D and 3D analysis. The location of the maximum shearing stress in the wheel is at a depth of 1-1,5 mm from the surface with the rail in contact. If a crack or fault is ultrasonically detected in that area ,the comfort and the safety of the transportation rolling process strongly decrease because of the fast initiation and propagation of the crack growth.

-The CAD analysis is recommended in an area which is very difficult to be experimentally investigated.

-Researches praised that the plastic state at the crack top will be initiated in two manners:

- 1.) At a low level of stresses ,the plastic region will grow perpendicularly on the crack plan and the shearing planes will be extended parallel with that plane
 - 2.) At a high level of stresses, the plastic region will grow also perpendicularly on the crack plan but the shearing planes will be extended at 45° according to the plane of crack.
- These effects may be observed only in a 3D view.

References

- [1] *** - Algor`s User Guide and Algor`s Product Guide,Part 2,Finite Element Analysis,Algor Inc.,Trade mark,U.S.A.,1995
- [2] Anderson, T.L - "Fracture Mechanics. Fundamentals and Applications", CRC Press, Boca Raton, 1991
- [3] Johnson, K. L. - "The strength of surfaces in rolling contact", Proc. Inst. Mech. Eng., 203, 1989.
- [4]Kalker, J.J. - "Three Dimensional Elastic Bodies in Rolling Contact", Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London, 1990.
- [5]Wakui,H.,Matsumoto ,N.,Tanabe,M.-"A study on dynamic interaction analysis for railway vehicles and structures..Mechanical model and practical analysis method",R.T.R.I. Report 7,No.4,Tokyo,1993

Abstract

The paper proposes a finite element analysis of faults and cracks in a wheel belonging to a railway vehicle. The analysis may be performed both two-dimensionally or three- dimensionally by using the non-linear module of a finite element software. In correlation with the state of the stress at the top of a crack, some other fracture mechanics parameters may be estimated.



Gillich Gilbert-Rainer, Ghita Eugen¹

EINE FOURIERANALYSE DER MOTORSCHWINGUNGEN

Rezime: Rad predstavlja jedan deo koji se odnosi na analizu i sintezu Fourier, upotrebljavane u izučivanju motora sas unutrašnjim gorenjem (motor Otto i diesel, sa jednim ili više cilindra). Uticaj faktora na proizvodnju vibracija gorećih motora, je predstavljen posebno sas sintezom Fourier ili na osnovu analize Fourier kretanja vibracionih sistema. Osnovni cilj rada je izučavanje vibracija koje se razvijaju u kombustiji motora.

1. EINLEITUNG

Die Maschinendynamik behandelt die Bewegungen und Beanspruchungen von Maschinen und Maschinenteilen infolge zeitabhängiger mechanischer Belastungen. Meist sind es zeitlich sich wiederholende Vorgänge, in Form von Schwingungen. Die Ursache der Schwingungen ist vielfältig und oft ist es schwierig herauszufinden, auf welche Weise sie in einem konkreten Fall angeregt werden. Die Maschinen sollen doch ökologisch, geräuschlos, mit möglichst mit kleinen Schwingungen funktionieren.

Im Falle des Antriebssystems eines Fahrzeuges (Otto oder Dieselmotor), sind die Ursachen der Schwingungen wie folgt:

- oszillierende Maschinenteile (unvollständiger Massenausgleich);
- rotierende Maschinenteile (Umwucht, Unrundheit);
- Verbrennungsvorgänge, Explosionen;
- Formabweichungen, Spiele;
- ungleiche Lastaufteilung;
- äußere Bedingungen (Weg, Wind, Fahrstil, etc.).

In dieser Arbeit werden die ersten zwei Ursachen, mit Hilfe mathematischen Werkzeugen, analysiert.

2. DIE FOURIERANALYSE UND IHRE VERWENDUNG IN TECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN

Die Entwicklung der Fourier Analyse hat eine lange Geschichte und beruht auf zahlreichen Untersuchungen von physikalischen Erscheinungen. Für die Beschreibung von periodischen Vorgängen eignen sich die am Einheitskreis abgeleiteten Sinus- und Kosinusfunktionen ganz besonders. Durch Summen von gewichteten Sinus- und Kosinussignalen lassen sich beliebige, periodische Signale beschreiben.

Bei einer Motorschwingung lassen sich verschiedene Schwingungsmoden feststellen. Außer der Grundschiwingung erscheinen auch Oberschwingungen (harmonisch verwandte Teilschwingungen deren Frequenzen idealisiert ganzzahlige Vielfache der Grundschiwingung sind).

Schreiben wir diese periodische nichtharmonische Schwingung als eine Summe periodischer Signale

$$q(t) = \sum_{n=0}^{\infty} q_n(t) = \sum_{n=0}^{\infty} [a_n \cdot \cos(n\omega_0 t) + b_n \cdot \sin(n\omega_0 t)] \quad (1)$$

wo T die Periode und $\omega_0 = 2\pi/T$ ist, kann man die Koeffizienten der Reihe wie folgt berechnen:

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_0^T q(t) \cdot dt ; \quad a_n = \frac{2}{T} \int_0^T q(t) \cdot \cos(n\omega_0 t) \cdot dt ; \quad b_n = \frac{2}{T} \int_0^T q(t) \cdot \sin(n\omega_0 t) \cdot dt \quad (2)$$

¹ Gillich Gilbert-Rainer, „EFTIMIE MURGU“ University of Resita, Engineering Faculty, P-ta Traian Vuia 1-4, 1700 Resita, Romania, +40744790524, raini@uem.ro

Ghita Eugen, „POLITEHNICA“ University of Timisoara, Mechanical Engineering Faculty, Bd. M. Viteazul nr.1, 1900-Timisoara, Romania, +40722955897, eghita63@yahoo.com

Daß ermöglicht eine neue Schreibweise, der nichtharmonischen Schwingung, wie folgt:

$$q(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cdot \cos(n\omega_0 t) + b_n \cdot \sin(n\omega_0 t)] \quad (3)$$

Schreibt man

$$c_0 = \frac{a_0}{2} ; \quad c_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2} ; \quad \operatorname{tg} \varphi_n = \frac{a_n}{b_n} \quad \text{also} \quad \varphi_n = \operatorname{arctg} \frac{a_n}{b_n} \quad (4)$$

wird die Bewegung (3) auch in folgender Form ausgedrückt:

$$q(t) = c_0 + \sum_{n=1}^{\infty} c_n \cdot \sin(n\omega_0 t + \varphi_n) \quad (5)$$

Jetzt kann man den Betragsspektrum und Phasenspektrum bestimmen (ein Beispiel ist in Abbildung 1. präsentiert).

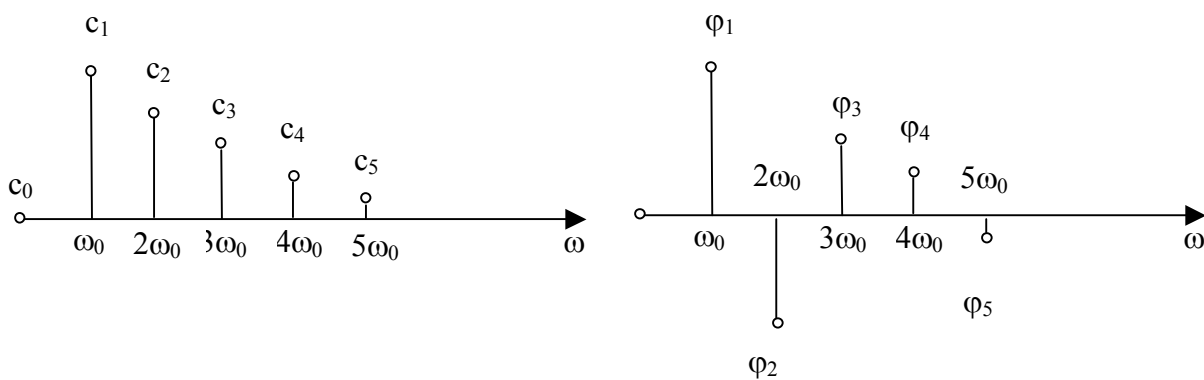


Abb. 1. Betrag und Phase der Fourierkoeffizienten

Mit Hilfe dieser zwei Parameter kann man jede periodische Funktion $q(t)$ repräsentieren.

3. ZWANGSERREGUNGEN BEI ANTRIEBSYSTEME

Wie schon gezeigt, laufen in der Regel die Motoren nicht ohne Schwingungen. Typische Erregerarten für Otto- und Dieselmotoren sind:

- die Umwuchterregung (Abbildung 2a.);
- die Massenkrafterregung (Abbildung 2b.);
- die Gaskrafterregung (Abbildung 2c.);
- die Wegerregung (Abbildung 2d.).

Nimmt man die Wegerregung nicht im Betracht, auf Grund ihres nichtperiodischen Verhaltens, entsteht die Schwingung eines Motors als die Summe dreier Komponenten:

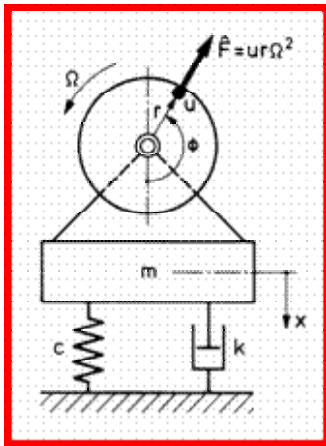
- Umwucht;
- Masenkraft;
- Gaskraft (Brennprozeß).

Vernachlässigt man auch die Schwingungen bedingt von Formabweichungen, Spiele, etc., in der Hypothese einer hohen qualitativen Verarbeitung, bleiben als Ursache der Motorschwingungen nur noch die unausgeglichenen Massenkräfte und die Brennprozesse.

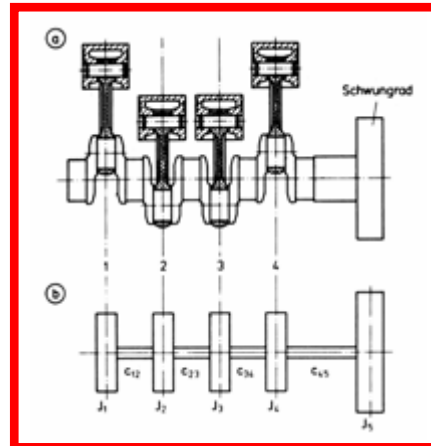
Analytisch ist es möglich die Massenkräfte und Momente herauszufinden. Daß heißt, man kann den Schwingungsverhalten bedingt des unvollständigen Massenausgleiches feststellen.

Meßt und registriert man die Schwingungen eines stationären Motors, kann man auch für den die Gesamtbewegungsgleichung schreiben.

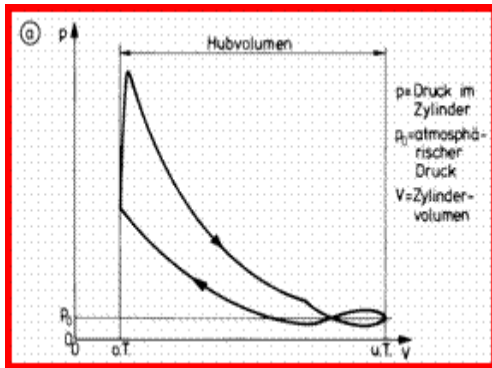
Durch Differenz stellt man den Einfluß des Brennprozesses fest.



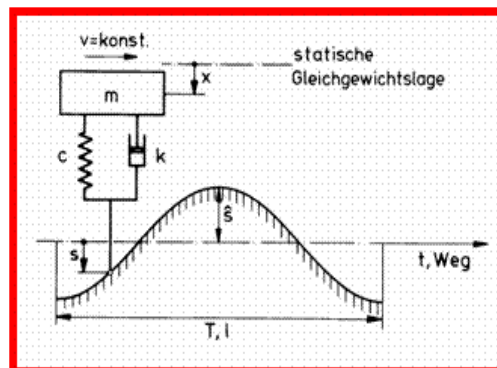
2a. Umwuchterregung



2b. Massenkrafterregung



2c. Gaskrafterregung



2d. Wegerregung

Abb. 2. Typisch Erregungsarten

4. MASSENKRAFTERREGTE SCHWINGUNGEN

Nehmen wir zum Studium eine Einzylinder-Hubkolbenmaschine. Für Mehrzylinder-Hubkolbenmaschinen gilt die selbe Regel. Man kann das System wie in Abbildung 3 modellieren, wo 1 die Kurbel, 2 die Pleuel (Koppel) und 3 der Kolben sind.

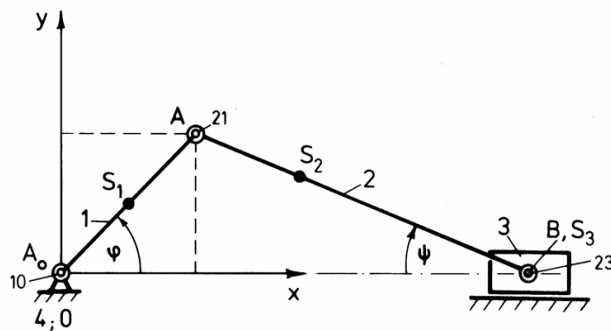


Abb. 3. Diskretes Modell einer Einzylinder-Hubkolbenmaschine

Die Wege, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen der drei Komponenten sind einfach zu bestimmen. Für die Pleuel und die Pleuel gibt es Gleichungen die nur $\cos\varphi$ enthalten, für den Pleuel aber, auch $\cos k\varphi$, wo $k=2, 4, 6, \dots$. Da die Massenkräfte und Momente mit Hilfe der Beschleunigung ausgedrückt werden, enthalten einige (Längskraft F_x) natürlich auch Glieder mit $\cos k\varphi$. Daß heißt, die Erregungskräfte und Momente können, einige als einfach harmonische Funktionen, andere als Fourierserien geschrieben werden. In Abbildung 4 sind die Längs- und Querkraft repräsentiert worden.

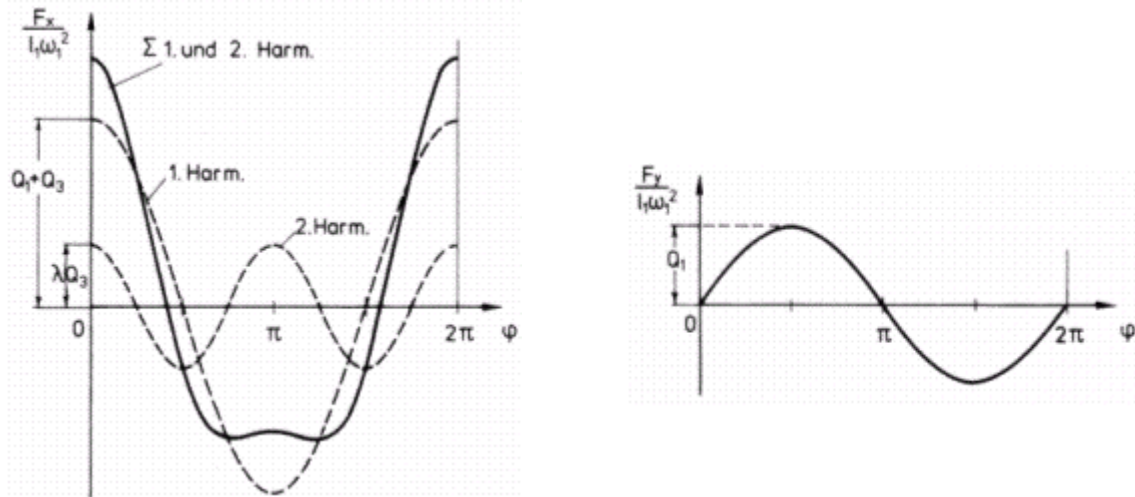


Abb. 4. Variation der Längskraft (ausgedrückt mit der 1 und 2 Harm.) und Querkraft bei einer Drehung

Kennt man aus Messungen die gesamte Schwingung des Motors, kann man durch Differenz auch die Komponente der Brennprozesse bestimmen.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Schwingungs- und Geräuschloses funktionieren des Antriebs ist ein Bedarf für jeden Autobenutzer oder Konstrukteur. Dies ist möglich, durch eine hohe Qualität der Verarbeitung, guter Ausgleich der Massenkräfte (vollkommener ist leider nicht ökonomisch) und gut kontrollierte Brennprozesse. Nimmt man nur die selbsterzeugten Schwingungen in Betracht (bedingt von Massenkräfte und Brennprozesse), ist es möglich, den Einflußanteil beider, mit Hilfe der Fourieranalyse und Synthese zu bestimmen.

Durch Messungen und rechnerische Verfahren kann man Schlußfolgerungen ziehen, Motorverhalten optimieren oder bewerten.

Kurzverfassung: Es wird in dieser Arbeit um ein Fall in dem die Fourieranalyse und Synthese eingesetzt werden, und zwar in der Analyse der Schwingungen in Otto- oder Dieselmotoren. Der Einfluß verschiedener Schwingungserreger werden studiert, einige Einflüsse werden analytisch ausgerechnet, andere aber resultieren aus dem Verfall der Gesamtbewegung. Der Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluß der Brennprozesse im globalem Schwingungsverhalten zu identifizieren.

Literatur

- [1] Bratu, P. – *Vibrațiile sistemelor elastice*, Editura Tehnică, București, 2000
- [2] Hollburg, U. – *Maschinendynamik*, Oldenburg Verlag, München-Wien, 2002
- [3] Gellert, W.; Küstner, H.; Hellwich, M.; Kästner, H. – *Mică enciclopedie matematică*, Editura Tehnică, București, 1980
- [4] Hüsing, M. – *Maschinendynamik I und II*, Vorlesungen



Grbović A.,...¹

NAPREDNE TEHNIKE MODELOVANJA U PROGRAMSKOM PAKETU CATIA V5.8

U ovom radu prikazana je napredna tehnika modelovanja složenog trodimenzionalnog objekta korišćenjem softverskog paketa CATIA V5.8. Modelovani objekat je elisa helikoptera koja ima veoma složenu prostornu geometriju. Svrha rada je da ukaže na prednosti CATIA-e u odnosu na druge CAD-CAM programe i da se istakne jednostavnost kreiranja kompleksnih elemenata zahvaljujući moćnim funkcijama kojima ovaj softver raspolaže.

UVOD

Intenzivan razvoj personalnih računara u poslednjih desetak godina omogućio je da se mnogi problemi, za koje su ranije bili potrebni dani, meseci ili godine napornog rada u vidu crtanja, modelovanja, projektovanja ili ispitivanja u laboratorijama, danas rešavaju relativno brzo, lako i što je najvažnije po dosta nižoj ceni. Sve jeftiniji a moćniji hardver, uz podršku odgovarajućih softverskih paketa, danas nam pruža mogućnost da mnoge realne procese vrlo precizno izmodeliramo i simuliramo na računaru i tako dobijemo rezultate koji će biti vrlo bliski (u nekim slučajevima i identični) eksperimentalnim rezultatima koji i dalje, ipak, ostaju glavni reper u smislu tačnosti. Međutim, i eksperimenti imaju neku grešku, a softver pravljen na osnovu velikog broja potvrđeno tačnih eksperimentalnih rezultata (u slučaju nekih softvera radi se o broju od nekoliko stotina hiljada merenja!) apsolutno je "imun" na greške koje mogu biti rezultat netačnosti merenja, tako da se modelovanjem na računaru u nekim slučajevima mogu dobiti i pouzdaniji rezultati nego oni dobijeni merenjima. Naravno, da i ne pominjemo uštedu u vremenu i novcu ako se najveći deo procesa projektovanja sprovodi na računarima umesto u postrojenjima za ispitivanja.

Primena računara za projektovanje naročito je važna u onim granama industrije gde se krajnji proizvodi sastoje od velikog broja veoma složenih komponenti kao što je slučaj u automobilske industriji, mašinogradnji, brodogradnji, elektronske industriji itd. Jedna od takvih je i vazduhoplovna industrija.

CATIA KAO STANDARD ZA PROJEKTOVANJE U VAZDUHOPLOVSTVU

Svaka letelica predstavlja kompleksan sistem sastavljen od velikog broja elemenata koji imaju svoje posebne karakteristike. Stoga je u prošlosti bilo neophodno sprovesti veliki broj laboratorijskih ispitivanja različitih varijanti tih elemenata da bi se postigao optimalan oblik uzimanjem u obzir svih zahteva u pogledu statičke čvrstoće, dinamičke čvrstoće, otpornosti na zamor, male težine vazduhoplova itd. Pomenimo na ovom mestu i "estetsku komponentu" u procesu projektovanja jer u vazduhoplovstvu postoji nepisano pravilo da ako je avion vizuelno neprikladan (da ne kažemo "ružan") onda mu i letne karakteristike sigurno nisu fascinantne (uzmimo samo za primer čuveni avion F-117A). Zahtev za estetikom, pored funkcionalnosti, je jedan od najvažnijih i u automobilske industriji, na primer.

Danas je postupak postizanja optimalnih rešenja dosta ubrzan jer je putem računara moguće lako vršiti ispravke na početnim modelima, zatim metodom konačnih elemenata (MKE) ponovo sprovesti proračun za novodobijenu strukturu, ali i simulirati različite uslove spoljašnje sredine i tako određivati npr. otpornost strukture na zamor (u ovoj varijanti eksperimentalna potvrda vrednosti dobijenih na računaru dolazi tek na kraju procesa projektovanja). Međutim, prvi vrlo važan korak u celom ovom procesu je kreiranje početnog modela koji često može biti jako složene geometrije. Većina programa za proračun metodom konačnih elemenata ima svoje sopstvene grafičke interfejsne pomoću kojih je moguće napraviti

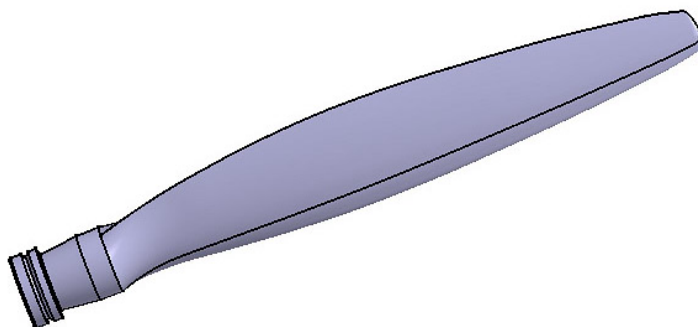
¹ mr Aleksandar Grbović, Prof dr Dobrila Škatarić, mr Danilo Petrašinović; Mašinski fakultet Beograd, tel 3370-336; e-mail: agrbovic@alfa.mas.bg.ac.yu

odgovarajuće modele, ali su oni često veoma komplikovani za korišćenje te zahtevaju prilično iskustvo od korisnika. Ovaj problem je naročito izražen u slučaju vazduhoplovnih sistema i elemenata, tako da je još pre petnaestak godina francuska vazduhoplovna firma Dassault Systemes krenula u razvoj odgovarajućeg softvera za projektovanje i modelovanje letelica i komponenti letelica. Kao rezultat ovog rada na tržištu se pojavio moćan softverski paket pod imenom CATIA koji je sada već došao i do verzije pod oznakom V5.10.

CATIA je u međuvremenu postala standard ne samo u vazduhoplovnoj industriji (pomenimo samo najveće - BOEING, Airbus, Bombardier, Embraer itd.) već i u mnogim drugim granama mašinske i elektro-industrije (npr. svi noviji modeli BMW-a kao i bolid formule 1 Williams BMW su projektovani u CATIA-i, mobilni telefoni firme NOKIA itd.) CATIA se, pre svega, odlikuje velikim brojem jako moćnih funkcija koje korisniku omogućavaju veoma komforan samostalan rad ali i rad u višekorisničkom okruženju, zatim dobrom integracijom sa paketima za MKE (mada i sam program ima modul za konačne elemente što mu daje priličnu autonomiju) i što je možda najvažnije, poseduje skup funkcija koje omogućavaju dizajniranje veoma složenih 3D modela, površi i krivih u prostoru. Takođe, obezbeđena je i veza sa programima kao što je EXCEL putem koje se potrebni podaci mogu prebaciti u CATIA-u i zatim iskoristiti za dalje modelovanje. Upravo jedna takva napredna mogućnost je i predmet ovog rada.

NAPREDNE TEHNIKE MODELOVANJA SLOŽENIH GEOMETRIJSKIH OBLIKA U CATIA-i

Elisa helikoptera predstavlja vrlo složen geometrijski model koji je sastavljen od velikog broja različitih aeroprofila. Svaki presek elise, u stvari, ima oblik aeroprofila, ali se u praksi definiše nekoliko najvažnijih aeroprofila koji se nalaze na određenim međusobnim rastojanjima, a između njih se onda vrši aproksimacija međuprofilima da bi se dobio pun oblik elise. Za elisu prikazanu na slici 1 korišćeno je deset različitih preseka (odn. aeroprofila) na određenim rastojanjima, a karakteristike dva od njih su date u tablici 1.



Slika 1 Izgled elise helikoptera modelovane u programu CATIA V5.8

x	R [mm]	l [mm]	h/l	r ₀ /l	x ₀ /l	h ₀ /l	h [mm]	r ₀ [mm]	x ₀ [mm]	h ₀ [mm]	Q[P]	x/l	a/l	h ₁ /h=h ₂ /h	x[mm]	a[mm]	h ₁ =h ₂ [mm]
0.25	275	121	0.24	0.063	0.42	0.031	29.04	7.67	50.82	3.79	11.31	0.03	0.0048	0.2179	3.03	0.59	6.33
												0.05	0.0094	0.2962	6.05	1.13	8.60
												0.1	0.0175	0.3902	12.10	2.12	11.33
												0.2	0.03	0.4781	24.20	3.63	13.88
												0.3	0.0375	0.5001	36.30	4.54	14.52
												0.4	0.04	0.4836	48.40	4.84	14.04
												0.5	0.0389	0.4411	60.50	4.71	12.81
												0.6	0.0356	0.3803	72.60	4.30	11.04
												0.7	0.03	0.3053	84.70	3.63	8.87
												0.8	0.0222	0.2186	96.80	2.69	6.35
0.9	0.0122	0.1206	108.90	1.48	3.50												
1	0	0.0105	121.00	0.00	0.30												
0.30	330	134	0.18	0.036	0.42	0.031	24.12	4.78	56.28	4.19	11.31	0.03	0.0048	0.2179	3.35	0.65	5.26
												0.05	0.0094	0.2962	6.70	1.26	7.14
												0.1	0.0175	0.3902	13.40	2.35	9.41
												0.2	0.03	0.4781	26.80	4.02	11.53
												0.3	0.0375	0.5001	40.20	5.03	12.06
												0.4	0.04	0.4836	53.60	5.36	11.66
												0.5	0.0389	0.4411	67.00	5.21	10.64
												0.6	0.0356	0.3803	80.40	4.77	9.17
												0.7	0.03	0.3053	93.80	4.02	7.36
												0.8	0.0222	0.2186	107.20	2.98	5.27
0.9	0.0122	0.1206	120.60	1.64	2.91												
1	0	0.0105	134.00	0.00	0.25												

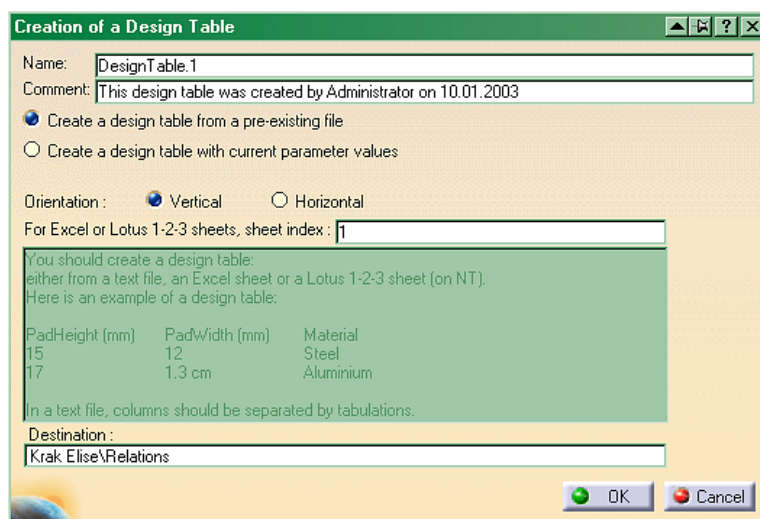
Tablica 1: Geometrijske karakteristike dva preseka (od deset) elise na međusobnom rastojanju 0,15m

Geometrijske karakteristike aeroprofila su iskorišćene da se u EXCEL-u izračunaju koordinate ključnih tačaka koje definišu oblik svakog aeroprofila u deset međusobno udaljenih ravni, a ove koordinate su zatim prebačene u CATIA-u putem napredne opcije *Design table* (slika 2a). Nakon pokretanja ove opcije otvara se okvir za dijalog *Creation of a Design Table* (slika 2b) u kojem je potrebno definisati lokaciju EXCEL datoteke i povezati podatke iz te datoteke sa tablicom koja će biti formirana u okviru CATIA-e.

Nakon uvoza ovih podataka oni se mogu iskoristiti da se u modulu *SKETCHER*, u deset prethodno definisanih ravni, nacrtaju tačke koje definišu konturu svakog aeroprofila te da se iste spoje korišćenjem opcije *Spline*. Nakon povezivanja svih tačaka dobijaju se aeroprofil koji su prikazani na slici 3. Na ovaj način postupak formiranja kontura aeroprofila je dosta ubrzan jer se koordinate tačaka ne unose ručno (što je alternativna opcija) već se koriste pripremljene odn. izračunate vrednosti koje se dodeljuju automatski.

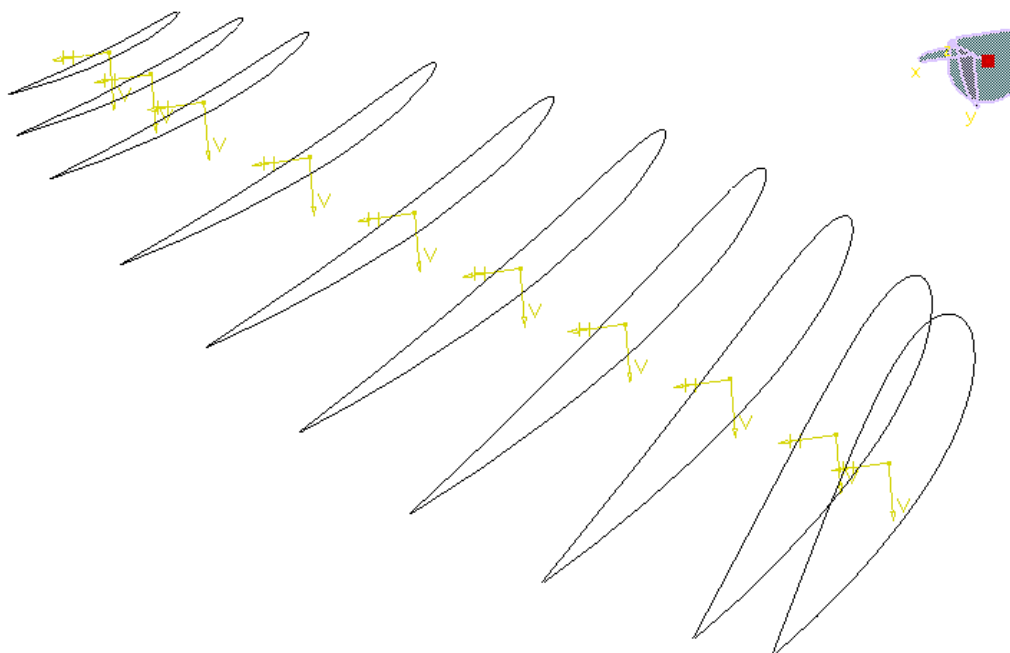


(a)



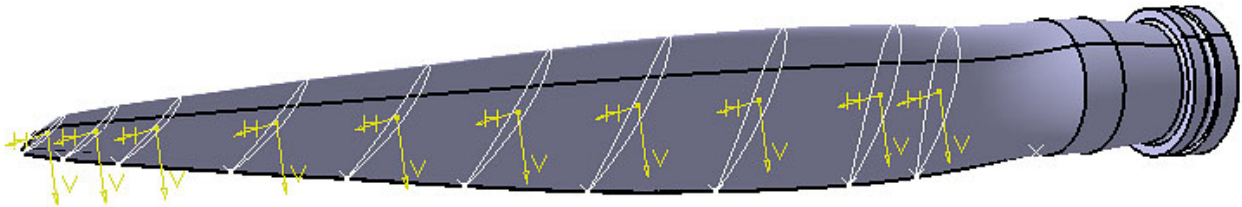
(b)

Slika 2: Prebacivanje tabelarnih podataka iz EXCEL-a u CATIA-u



Slika 3: Prostorni raspored aeroprofila elise

Na kraju, potrebno je još iskoristiti nacrtane aeroprofile da se pomoću njih dobije konačni trodimenzionalni izgled elise. U tu svrhu poslužila nam je funkcija *Loft*. U okviru nje su definisani profili koje ova funkcija treba da koristi kao “vodiče” da bi “izvukla” prostorni oblik elise. Kao prvi “vodič” poslužio je prvi aeroprofil, a kao zadnji – poslednji, deseti predefinisani aeroprofil. Konačan izgled elise dat je na slici 4. Glavčina elise je prethodno nacrtana u modulu *PART DESIGN*.



Slika 4: Konačan izgled elise (sa prikazom aeroprofila) nakon izvršenja funkcije Loft

ZAKLJUČAK

Korišćenje programa kao što je CATIA omogućava inženjerima da u relativno kratkom roku projektuju i/ili dizajniraju vrlo složene trodimenzionalne objekte te da tako vizualizuju svoje ideje i stave ih na uvid drugima. Nakon modelovanja tih objekata moguće je, korišćenjem ugrađenih funkcija u CATIA-i, odrediti ostale karakteristike složenih objekata kao što su momenti inercije, koordinate težišta, zapremina i težina objekta, zatim nacrtati radioničke crteže itd. Sve izmene na prvobitnom modelu je lako izvesti jer promenom jedne geometrijske karakteristike (npr. korišćenje nekog drugog aeroprofila u određenom preseku elise) CATIA automatski menja i izgled kompletnog objekta kao i njegovih projekcija, određuje nove vrednosti težišta, momenata inercije itd. Kako je vreme rada na određenom zadatku vrlo važna komponenta celog procesa projektovanja, kako u smislu efikasnosti tako i sa aspekta konačne cene gotovog proizvoda, onda uvođenje CATIA-e i korišćenje njenih naprednih funkcija predstavlja važan adut u neprestanoj trci sa konkurencijom.

ADVANCED MODELING TECHNIQUES USING CATIA V5.8

This paper shows advanced modeling technique of complex 3D objects using CATIA V5.8. For that purpose we used propeller of helicopter which has very complex geometry. The main goal of this paper is to indicate the advantages of CATIA compared to the other CAD-CAM softwares and to emphasize simplicity of making complex 3D elements using powerful CATIA's tools.

LITERATURA

- [1] CATIA V5.8 User's Manual
- [2] Cozzens Richard, “Advanced CATIA V5 Workbook (Releases 8&9)”, SDC publications, 2002.



D. Jaramaz, A. Sedmak¹

PROJEKTOVANJE I PRIMENLJIVOST NUMERIČKIH MODELA U ELASTO-PLASTIČNOJ ANALIZI

Rezime:

Detaljni trodimenzioni elasto-plastični modeli, koji uzimaju u obzir odgovarajuća svojstva mikrostrukturne heterogenosti duktilnih materijala, kao i različita konstruktivna rešenja geometrije šava i različite oblike prslina, pružaju mogućnost efikasnog ispitivanja heterogenosti zavarenog spoja, deformacionog i naponskog stanja u kritičnim oblastima, uticaja singulariteta i određivanja parametara elasto-plastične mehanike loma. Sve ovo omogućava učešće trodimenzione numeričke analize konačnim elementima u ukupnoj proceni integriteta zavarenih konstrukcija. Trodimenzioni modeli koji se pri tom koriste, veoma često, pokazuju problem preglomaznosti. Elasto-plastična definicija ponašanja materijala može se realizovati preko bi-linearne formulacije. Ovakav način definisanja plastičnih materijala omogućava da se procedura proračuna izvede efikasnije.

1. Uvod

Kada je metal sposoban da pri opterećenju obrazuje veliku plastičnu deformaciju parametri linearno-elastične mehanike loma više ne važe. U tom slučaju plastično deformisano područje ispred vrha prslina ne može da se zanemari u odnosu na dužinu prslina. Rast prslina počinje zaobljavanjem njenog oštrog vrha, a stepen zaobljavanja raste proporcionalno sa žilavošću loma. Elasto-plastična mehanika loma je usvojila parametre koji mogu da analiziraju navedeni procese, kao što su J integral i otvaranje (vrha) prslina.

Inženjerske konstrukcije su najčešće sačinjene od materijala sa elasto-plastičnim svojstvima. Precizno formirani, elasto-plastični modeli konačnih elemenata omogućavaju da se simulira geometrija konstrukcije, različita svojstva materijala i granični uslovi. Diskretizovani modeli, podvrgnuti simulaciji ispitnih i radnih uslova, mogu da pruže preciznu naponsko-deformacionu sliku konstrukcije, u svakoj tački zapremine. Dobijeni podaci o naponskoj i deformacionoj slici opterećene konstrukcije predstavljaju neophodne ulazne podatke u daljem proračunu elasto-plastične mehanike loma.

Cilj ovog rada je da se ukaže na mogućnosti formiranja jednostavnijeg proračunskog modela za trodimenzionu elastoplastičnu analizu konstrukcija. Rad analizira samo jedan aspekt dobijanja jednostavnijeg i primenjivijeg numeričkog modela. Numerički modeli za proračun složenih mašinskih konstrukcija pokazuju tendenciju da svojom glomaznošću ne budu primenljivi za rešavanje problema elastoplastične mehanike loma. Jedan od parametara čijim bi podešavanjem, pri određenim uslovima, moglo da se skрати vreme proračuna je i tangenti modul ojačavanja materijala.

2. Nelinearno ponašanje strukture

Trodimeziona elastoplastični proračun sadrži niz kompleksnih problema koje u cilju postizanja tražene tačnosti i jednostavnosti proračuna, treba definisati. Kada deluje dovoljno veliko opterećenje koje inicira tečenje, dalji porast sile razvija sve veću plastičnu deformaciju. U ovoj situaciji je zastupljena i elastična i plastična deformacija. Kada materijali i konstrukcije nemaju svojstvo elastičnosti, ili to svojstvo imaju samo do određenog nivoa naponskog stanja, trajna plastična deformacija postaje karakterističan vid deformisanja konstrukcija izloženih dejstvu spoljašnjih uticaja. Ovakvo ponašanje materijala, koje ulazi u oblast teorije

1) Dr Dragana Jaramaz, Lola Institut, Kneza Višeslava 70 a, Beograd
Prof. dr Aleksandar Sedmak, Mašinski fakultet, 27. mart 80, Beogradu

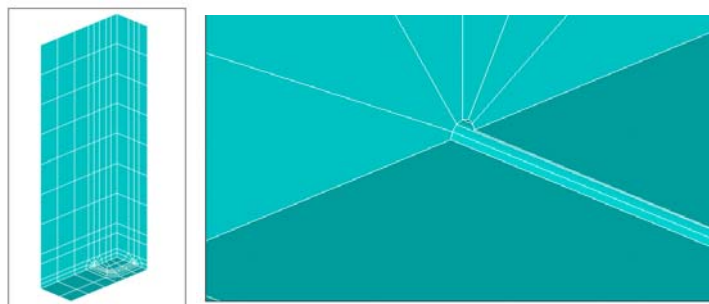
plastičnosti može se definirati samo nelinearnim jednačinama za čije rešavanje je neophodna primena numeričkih metoda.

3. Modeliranje bi-linearne formulacije ponašanja elasto-plastičnog materijala

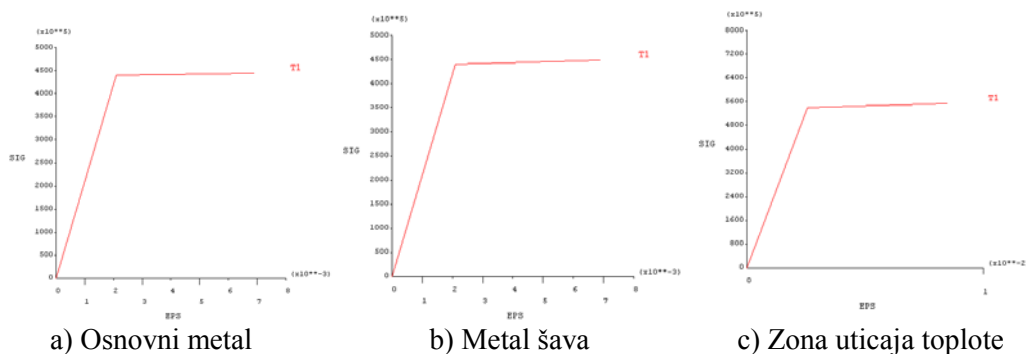
Upotreba bi-linearne definisanih materijala verifikovana je varijacijom podataka za tangenti modul materijala, koja je pokazala da bi-linearna formulacija σ - ε relacije elasto-plastičnog materijala može obezbediti dovoljnu tačnost proračuna.

Numerička analiza je rađena metodom konačnih elemenata. U radu je formiran 3D model, koji predstavlja četvrtinu epruvete opterećene na zatezanje. U sredini, sa prednje strane (sl. 1), epruveta sadrži površinsku polueliptičnu prslinu. Broj čvorova kod trodimenzionih modela sa nepravilnom geometrijom je veoma veliki, a broj stepeni slobode svakog čvora trodimenzionog konačnog elementa se svodi na tri translacije. Zbog prelaza sa elastičnog na plastično deformisanje strukture, koje se dešava pri povećanju opterećenja, nelinearno ponašanje se ne može direktno predstaviti sistemom linearnih jednačina. Neophodna je serija, dobro definisanih, uzastopnih linearnih aproksimacija sa korekcijama, da bi se rešio nelinearni problem.

Ispitivanje je sprovedeno za 6 različitih slučajeva variranja vrednosti tangentskog modula elastičnosti. Epruveta na zatezanje, koja sadrži polueliptičnu površinsku prslinu je sačinjena od tri različita materijala (tab. 1). Dijagrami $\sigma - \varepsilon$ na sl. 2 predstavljaju grafički prikaz osnovnog metala, metala zone uticaja toplote i metala šava, koji su zastupljeni na modelu.



Slika 1 Diskretizovani model epruvete na zatezanje i oblasti epruvete koja sadrži prslinu.



Slika 2 Dijagrami zatezanja materijala epruvete

Da bi se polje singulariteta obrazovalo što realnije u modelu, diskretizacija oblasti oko fronta prsline je realizovana mrežom konačnih elemenata fine usitnjenosti (sl. 1). Duž samog fronta prsline korišćeni su posebno definisani singularni konačni elementi [1]. Primenjeni singularni konačni elementi, odgovarajućim preklapljenim čvorovima, obrazuju samu liniju fronta prsline i singularitet polja plastične deformacije, koji postoji i unutar elementa, a ne samo u čvorovima. Singularni elementi su u procesu diskretizacije usaglašeni sa okolnim kvadratnim elementima, koji formiraju preostali deo mreže konačnih elemenata. Pored velikog broja singularnih elemenata, koji su potrebni da bi se formirao pojas oko fronta prsline i složenosti modela, velikoj dužini proračuna doprinosi i neophodnost nelinearnog zadavanja karakteristika materijala, kao i zadavanje opterećenja u velikom broju koraka.

Analiza uticaja (tangentskog) modula ojačavanja materijala. predstavlja korak ka efikasnijem rešavanju problema elasto-plastičnosti materijala [2 – 5].

Varirane veličine tangentskih modula su prikazane u tab. 1, pri čemu su osenčene brojne vrednosti, koje su izmenjene u odnosu na vrednosti za prvi proračun.

Tabela 1

No.	$H' (N/m^2)$ OSNOVNI METAL	$H' (N/m^2)$ ZONA UTICAJA TOPLOTE	$H' (N/m^2)$ METAL ŠAVA
1. proračun	$1100 \cdot 10^6$	$2500 \cdot 10^6$	$1800 \cdot 10^6$
2. proračun	$1100 \cdot 10^6$	$2500 \cdot 10^6$	$2700 \cdot 10^6$
3. proračun	$1100 \cdot 10^6$	$3750 \cdot 10^6$	$1800 \cdot 10^6$
4. proračun	$1650 \cdot 10^6$	$2500 \cdot 10^6$	$1800 \cdot 10^6$
5. proračun	$1100 \cdot 10^6$	$3750 \cdot 10^6$	$2700 \cdot 10^6$
6. proračun	$1650 \cdot 10^6$	$3750 \cdot 10^6$	$2700 \cdot 10^6$

4. Rezultati proračuna metodom konačnih elemenata

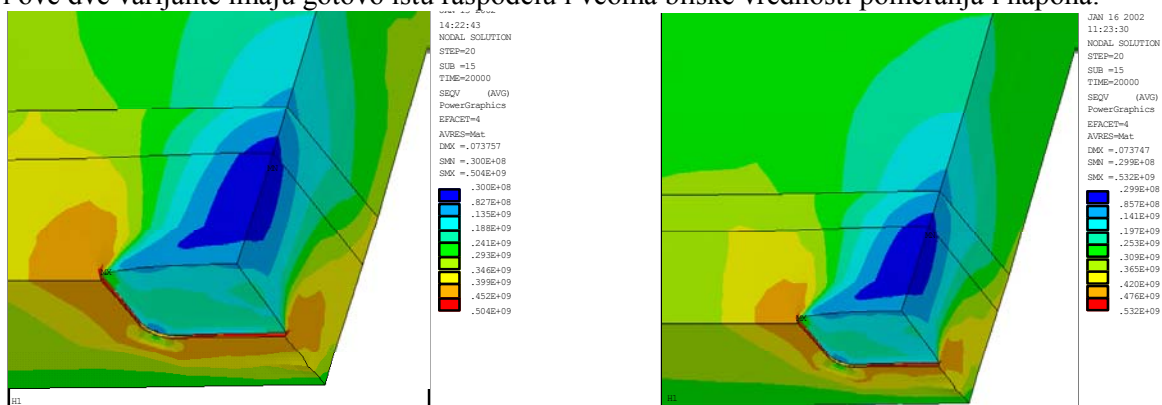
U tab. 2 su prikazani rezultati proračuna sa variranim karakteristikama materijala. Maksimalne vrednosti pomeranja čvorova modela, elastične, plastične i ukupne deformacije, napona (Von Mises), kao i vrednosti J integrala oko vrha prsline i oko sredine fronta prsline se veoma malo razlikuju, čak i u oblasti neposredno uz front prsline.

Tabela 2

proračun	σ_{VM} (N/m^2)	ϵ_{el} (-)	ϵ_{pl} (-)	ϵ_{tot} (-)	maksimalno pomeranje čvorova (mm)	J_{fronta} (N/m^2)	$J_{bočoč}$ (N/m^2)
1.	$504 \cdot 10^6$	$3,122 \cdot 10^{-3}$	$6,555 \cdot 10^{-2}$	$6,866 \cdot 10^{-2}$	0,0738	$569,6 \cdot 10^4$	$228,7 \cdot 10^4$
2.	$532 \cdot 10^6$	$3,294 \cdot 10^{-3}$	$5,846 \cdot 10^{-2}$	$6,174 \cdot 10^{-2}$	0,0735	$568,5 \cdot 10^4$	$226,8 \cdot 10^4$
3.	$504 \cdot 10^6$	$3,122 \cdot 10^{-3}$	$6,555 \cdot 10^{-2}$	$6,866 \cdot 10^{-2}$	0,0738	$569,6 \cdot 10^4$	$228,7 \cdot 10^4$
4.	$504 \cdot 10^6$	$3,122 \cdot 10^{-3}$	$6,555 \cdot 10^{-2}$	$6,866 \cdot 10^{-2}$	0,0738	$569,6 \cdot 10^4$	$228,7 \cdot 10^4$
5.	$532 \cdot 10^6$	$3,294 \cdot 10^{-3}$	$5,846 \cdot 10^{-2}$	$6,174 \cdot 10^{-2}$	0,0735	$568,5 \cdot 10^4$	$226,8 \cdot 10^4$
6.	$532 \cdot 10^6$	$3,294 \cdot 10^{-3}$	$5,846 \cdot 10^{-2}$	$6,174 \cdot 10^{-2}$	0,0735	$568,5 \cdot 10^4$	$226,8 \cdot 10^4$

Diskretizovani model podvrgnut simulaciji ispitnih uslova, pružio je preciznu naponsko-deformacionu sliku modela, u svakoj tački zapremine [6 – 7]. U okviru ovog proračuna ukupno opterećenje je odgovaralo udaljenom naponu od 300 MPa.

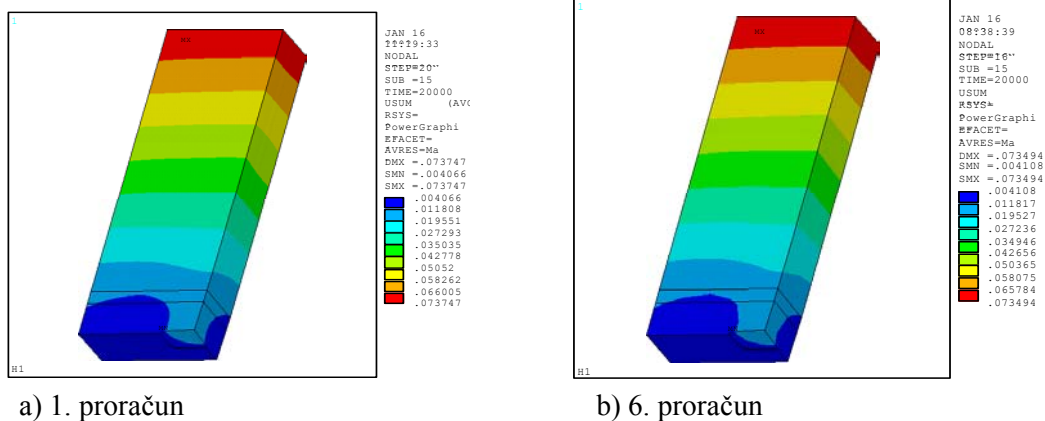
Na slikama 3 i 4 su rezultati prikazani paletom boja, pri čemu svaka boja predstavlja oblast između dve definisane veličine. Na sl. 3 je prikazana raspodela fon Mizesovog napona, a na sl. 4 raspodela pomeranja, u oba slučaja za prvu i šestu varijantu proračuna (čiji se rezultati najviše razlikuju). Kao što se vidi sa sl. 3 i 4, čak i ove dve varijante imaju gotovo istu raspodelu i veoma bliske vrednosti pomeranja i napona.



a) 1.proračun

b)6.proračun

Slika 3. Raspodela napona (von Mises), u neposrednoj blizini koncentatora naprezanja



Slika 4. Raspodela pomeranja

5. Zaključak

Dobijeni rezultati za maksimalni napon, elastičnu i plastičnu deformaciju, maksimalno pomeranje čvorova i J integral (frontalno i bočno) za epruvetu sa prslinom u sredini metala šava, pokazali su veoma mali uticaj modula ojačavanja, posebno u slučaju J integrala, gde je najveća razlika 0,2% (tab. 2). Jedine primetne razlike se odnose na maksimalni napon i deformaciju, koji očigledno prate promenu nagiba krive ojačavanja u metalu šava, što pokazuje da je plastična zona ograničena na metal šava (andermečing). Imajući u vidu praktično zanemarljiv uticaj modula ojačavanja, kao merodavna za dalja analizu je uzeta varijanta sa 1/2 deformacije.

Uticaj modeliranja ponašanja materijala je relativno mali i više je izražen kod raspodele deformacije i napona, a manje kod vrednosti parametara mehanike loma. Variranjem vrednosti modula ojačavanja osnovnog metala, metala šava i ZUT, u relativno velikom opsegu (povećanjem za 50% u odnosu na "nominalnu" vrednost), dobijene su zanemarljive razlike u vrednostima J integrala (do 0,2%), dok je razlika u deformaciji cca 12% i naponu cca 5%. Pri tome su dobijene razlike obrnuto proporcionalne modulu ojačavanja metala šava.

Bi-linearno predstavljanje krive zatezanja materijala je dovoljno dobro, ali zavisno od veličine plastične deformacije, treba uzeti veći ili manji modul ojačavanja. Osnovna preporuka u tom pogledu je da modul ojačavanja treba da bude obrnuto proporcionalan predviđenoj ukupnoj deformaciji.

6. Literatura

1. HIBBIT, H. D., "Some Properties of Singular Isoparametric Elements", International Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol. 11, pp. 180-184, 1977.
2. SCHWALBE, K. H.: "Engineering Treatment Model for Mis-Matched Welded Joints", Mis-Matching of Weld, ESIS Publication 17, MEP, 1993, p. 539.
3. HORNET, P.: "Effect of Weld Metal Mis-Matching on Crack Driving Force", Mis-Matching of Weld, ESIS Publication 17, MEP, 1993, p. 589.
4. HORNET, P.: "Effect of Weld Metal Mis-Matching on Defect Assessment Procedure", GKSS 94 / E / 71
5. KOCAK, M.: "Analysis of Fracture Behaviour of Mis-Matching Welds on Tensile Panels", Mis-Matching of Weld, ESIS Publication 17, MEP, 1993, p. 461.
6. OWEN, D.R.J., HINTON, E., "Finite Elements in Plasticity", Great Britain, pp. 215-268, 1980.
7. "I-DEAS Manual: Simulation Projects"

Abstract:

Detailed three-dimensional elastic-plastic models, which take into account some properties of micro structural heterogeneities of ductile materials, different design characteristics of weld geometry and different fracture shapes, enable effective examination of weld heterogeneities, deformation and stress state in critical regions, singularities influence and determination parameters of elastic-plastic fracture mechanics. All these enable taking part of finite elements, three-dimensional numerical analysis in total estimation of weld design integrity. Used three-dimensional models very often are time consuming. The elastic-plastic definition of material behavior can be realized through bi-linear formulation. This way of definition of material plasticity enables that the computation procedure be more effective.



S. Jokanović, A. Milašinović, B. Jovković¹

KONKURENTNO INŽINJERSTVO SA SAVREMENIM CAD/CAM SISTEMIMA

Rezime: *Prelaskom sa sekvencijalnog na paralelni proces projektovanja CAD/CAM sistemi su drastično srezali ciklus razvoja novih proizvoda. Novi pristup nazvan je konkurentnim inženjersvom i u radu se izlažu ideje i principi na kojima je razvijeno, tehnike realizacije nekih konkretnih rješenja te vizija budućih pravaca razvoja.*

Ključne riječi: CAD/CAM, MCAE, parametarsko modeliranje, fičeri, asocijativnost, konkurentno inženjersvo, distribuirane baze podataka.

1. UVOD

Nema opuštanja. Oštra je konkurencija globalnog tržišta. Ona pritišće i najmoćnije. Traže se novi prostori za podizanje kvaliteta i smanjenje cijene. Izbirljiviji su i kupci, prefinjeniji im ukusi, lakše ih zasite postojeća rješenja. Moraju se brže nuditi novi modeli sa većim brojem varijanti, a sve manjim serijama. Nije daleko pojedinačna proizvodnja krojena prema zahtjevima kupca.

CAD/CAM sistemi su permanento doprinosili i kvalitetu i brzini i cijeni. 2D sistemi su automatizovali ravanske geometrijske konstrukcije, povećali preciznost, preglednost i standardizaciju, ali se svaka projekcija iscrtavala zasebno sa mogućim nesaglasnostima kao i klasično.

Kod sistema za 3D geometrijsko modeliranje suštinski se mijenjaju principi. Njihov interni geometrijski model je apstrakcija stvarne, trodimenzionalne geometrije dijela, a projekcije, presjeci i masena svojstva se dobivaju automatski. Ali, zaokupljeni geometrijom njihovi tvorci su opteretili korisnika striktnom primjenom koordinatnih sistema, zbog čega su kvalifikovani kao koordinatama upravljani CAD/CAM sistemi. Još veći nedostatak bio je slaba veza između osnovnog i pratećih modela koja se odražavala u potrebi reprodukcije tehnoloških informacija, rezultata analize, simulacija i drugih ostvarenja kad god dođe do izmjene geometrijskog modela.

Najveći broj komercijalno raspoloživih CAD/CAM sistema danas su takozvani MCAE sistemi. Knjučni napredak kod ove, 3-će generacije CAD/CAM sistema predstavlja uspostavljanje potpune i trajne parametarske veze između osnovnog i pratećih modela koja u slučaju izmjene glavnog modela automatski regeneriše ostale. Nedostatak je to što se u jednom trenutku može raditi ipak samo na jednom modelu, odnosno aplikaciji.

Posljednja generacija CAD/CAM sistema izvela je pravi udar na proces osvajanja novih proizvoda. Naime, realizujući ideju o konkurentnom inženjersvu, tj. prelaskom sa sekvencijalnog na paralelni razvojni proces, oni su drastično srezali ciklus razvoja proizvoda. Napredak je u uspostavljanju snažnih veza tj. relacija i između modela koji su distribuirani po različitim međusobno povezanim računarima tako da različiti profili stručnjaka mogu istovremeno obrađivati jedan te isti proizvod, svaki sa svoga aspekta.

U ovom radu se daje pregled stanja u ovoj oblasti. O problematici koja je prati govori se u poglavlju 3, a jedno komercijalno rješenje prikazuje poglavlje 4. U narednom, 2. poglavlju detaljnije se analiziraju MCAE sistemi koji predstavljaju infrastrukturu za konkurentno inženjersvo, a autori smatraju da se bez razumijevanja te infrastrukture ne može razumjeti ni ostvarenje konkurentnog inženjersva. U posljednjem, 5. poglavlju dat je pregled pravaca istraživanja za sljedeću generaciju CAD/CAM sistema.

¹ Doc. dr Simo Jokanović, nastavnik, Mašinski fakultet, Banjaluka
Mr Aleksandar Milašinović, asistent, Mašinski fakultet, Banjaluka
Branislav Jovković, dipl. inž, Univerzitetski računski centar, Banjaluka

2. MCAE SISTEMI

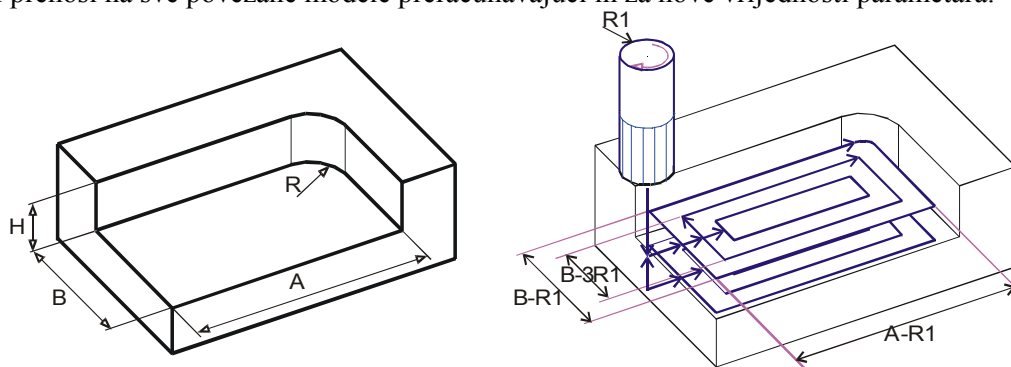
Kada su u sistemima za 3D geometrijsko modeliranje razriješili geometriju i topologiju čvrstih tijela, tvorc CAD/CAM softvera težište svojih aktivnosti prebacuju iz područja matematike u područje inženjstva. To rezultira u razdvajanju CAD/CAM softvera prema pojedinim granama inženjstva, što je i razumljivo, jer dok je geometrija bila zajednička za sve tehničke discipline, dotle svaka grana inženjstva nosi određene specifičnosti. CAD/CAM sistemi namjenjeni mašinstvu dobijaju naziv MCAE sistemi. To je akronim izraza Mechanical Computer Aided Engineering, izraza koji upućuje na kompletan mašinski inženjering, od projektovanja do proizvodnje. Prva generacija ovih sistema koncepte zapreminskih primitiva zamjenjuje inženjerskim konceptima *tipskih formi*, takozvanih *fičera*, a upotrebu koordinata svodi na minimum reafirmišući koncept *dimenzija*. Tako modeliranje prerasta iz *koordinatama upravljano* u *dimenzijama upravljano* modeliranje.

MCAE sisteme odlikuju tri ključne karakteristike:

- *parametrizacija*,
- *tipske forme (fičeri)* i
- *asocijativnost*.

One se ne mogu posmatrati odvojeno već se međusobno prepliću i pomažu stvarajući zajedno jedan moćan inženjerski alat. Parametri su obezbijedili asocijativnost, a upravo su tipske forme pogodne za parametrizaciju.

Može se reći da je *parametarski opis* oblika i dimanzija proizvoda kamen temeljac MCAE sistema. Parametrizacija nije ništa novo, to je odavno poznat koncept, ali je novina u tome da se i prateći modeli, model za analizu, dokumentaciju, izradu, takođe parametarski opisuju i to u funkciji istih onih parametara kojima je opisan osnovni (“*master*”) model (sl. 1). Na taj način se svaka izmjena na osnovnom modelu automatski prenosi na sve povezane modele preračunavajući ih za nove vrijednosti parametara.



Slika 1: Putanju alata za obradu neke tipske forme moguće je opisati u funkciji istih parametara kojima je definisana sama tipska forma

Kao podesni nosioci parametrizacije pokazale su se upravo *tipske forme* (fičeri), translacione, rotacione, utori, rupe, rebra, navoji, središlja gnijezda. Mnoge se daju opisati sa unaprijed određenim skupom parametara, a kao svojevrsni makroi oblika često podrazumijevaju određeni oblik pa tako oslobađaju projektanta značajnog dijela aktivnosti na modeliranju. One su istovremeno i praktične za projektovanje jer predstavljaju bliže inženjerske pojmove od zapreminskih primitiva. Podesne su i za dodjeljivanje negeometrijskih informacija poput postupka izrade ili cijene koštanja naprimjer, tako da predstavljaju zgodno sredstvo za sveukupan opis proizvoda.

Asocijativnost omogućuje da se sve povezane aplikacije automatski prilagođavaju svakoj izmjeni glavnog modela. Izmjena učinjena na glavnom modelu automatski se prenosi i ažurira sve povezane aplikacije, uključujući sklopove, crteže, mreže konačnih elemenata, tehnološke postupke itd. Često je moguć i obrnut postupak, da izmjena načinjena u pratećoj aplikaciji ažurira glavni model. Ovakva se osobina naziva dvosmjernom asocijativnošću. Asocijativnost je ostvarena mehanizmom parametrizacije, ali je dodatno pojačana još jednim sredstvom, mehanizmom relacija. Na najnižem nivou su relacije uspostavljene između elemenata ravanskog lika ili skice (okomito, vertikalno, podudarno, simetrično, itd.), i u nekim sistemima se nazivaju geometrijskim ograničenjima, a redovno se sreću funkcionalne, matematičke zavisnosti između parametara odnosno dimenzija modela. Očigledan je primjer izjednačavanja prečnika razvrtača sa prečnikom rupe ili prečnika glavčine sa prečnikom vratila, npr. Tako uspostavljene relacije će održavati konzistenciju projekta u slučaju ma gdje i ma kad provedene izmjene.

Ne može se pretjerati u isticanju komfora koji nude ovi sistemi. Pomenućemo samo kreiranje geometrije “na licu mjesta” i jednostavnu modifikaciju parametara. Umjesto mučnog i često iritirajućeg definisanja koordinatnih sistema skica tipske forme može se kreirati na bilo kojoj ravnoj strani modela, a uspostavljanjem dimenzionih i geometrijskih relacije prema postojećim elementima modela definiše se njen položaj i orijentacija. U svakom trenutku moguć je direktan pristup do parametara tipske forme za potrebe pregleda ili modifikacije.

Navedena svojstva MCAE sistema su dala značajan doprinos podizanju kvaliteta, ubrzanju razvoja i smanjenju cijene. Kvalitet proizvoda je podignut kroz mogućnost ispitivanja većeg broja varijanti rješenja, a bez naročitih dodatnih troškova upravo zahvaljujući asocijativnosti koja provedene izmjene automatski umnožava širom svih parametarskih modela u slučaju kreiranja nove varijante oblika i/ili dimenzija. Takođe, eksperti različitih aplikacija se uključuju u razmatranje rješenja u ranom stadijumu projektovanja pa tako dolazi do skraćanja ciklusa osvajanja proizvoda, a i do pojeftinjenja jer se pravovremeno otkrivaju i izbjegavaju skupa tehnološka rješenja i krupne greške.

Ne smije se, međutim, izostaviti činjenica da i pored svih tih prednosti MCAE sistemi nisu sami po sebi sistemi za konkurentno inženjersvo, iako predstavljaju izvanrednu infrastrukturu za to. Problem je u tome što se ne može istovremeno obrađivati isti digitalni model, jer se, uslovno rečeno, sav posao odvija na jednom radnom mjestu.

3. KONKURENTNO INŽINJERSTVO

MCAE sistemi su obezbijedili povezanost svih inženjerskih aplikacija, i automatsko prilagođavanje izmjenama, ali nisu obezbijedili istovremen timski rad.

Konkurentno inženjersvo je takav vid razvoja proizvoda u kome članovi tima istovremeno izvode svoje inženjerske aktivnosti obrađujući jedan te isti digitalni model proizvoda, svaki sa svoga aspekta. Formalniju, široko prihvaćenu definiciju dao je američki Institute for Defense Analyses (IDA):

Konkurentno inženjersvo je sistematski pristup integrisanom, istovremenom projektovanju proizvoda i sa njima povezanih procesa, uključujući proizvodnju i podršku (suport). Ovakav pristup podstiče stručnjake da razmatraju sve elemente životnog ciklusa proizvoda, od koncepta do odstranjivanja, uključujući kvalitet, cijenu, dinamičke planove pa i zahtjeve korisnika.

Očigledno, u konkurentnom inženjersvu podrazumijeva se rad na odvojenim, međusobno povezanim računarima. Pri tome je potrebno riješiti niz dodatnih problema:

- Obezbijediti asocijativnost distribuiranih modela,
- Postići komunikaciju između korisnika u smislu informisanja jednih o zahvatima koji planiraju drugi,
- Rješenje konfliktnih situacija tj. integracije istovremeno kreiranih izmjena od strane dva ili više korisnika,
- Razviti mehanizam za definisanje i kontrolu prava pristupa i prioriteta.

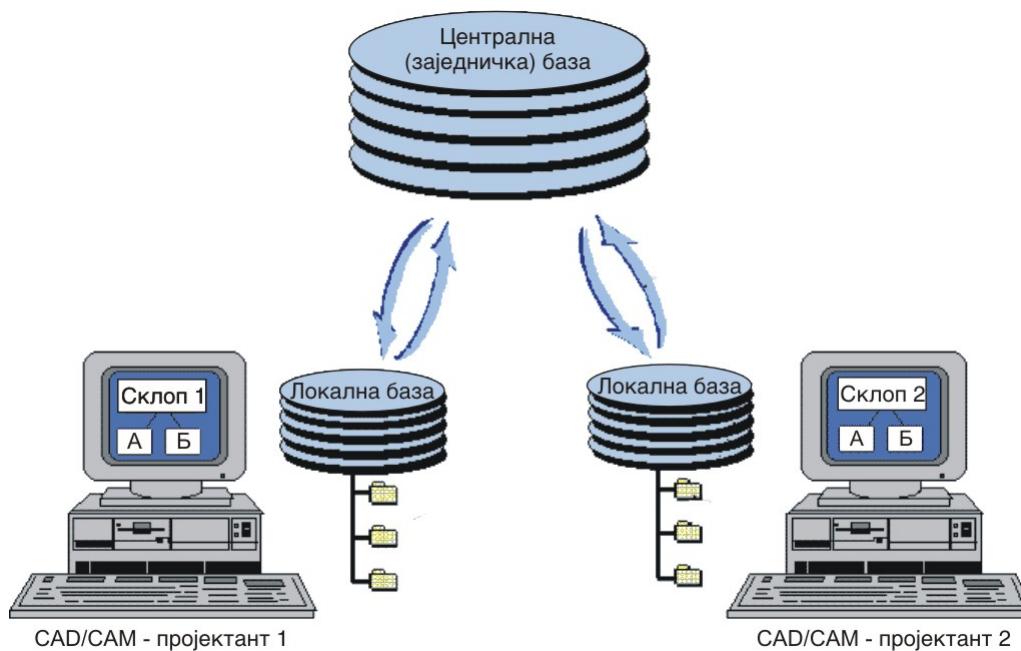
Ovo su samo neka osnovna pitanja koja se moraju razriješiti da bi se dobilo konkurentno okruženje. Nije raspoloživ veliki broj ovih rješenja na današnjem tržištu i nisu svi proizvođači CAD/CAM sistema ugradili rješenja za konkurentno inženjersvo. U narednom poglavlju prikazano je jedno od njih.

4. JEDNO RJEŠENJE: PRO/INTRALINK

Pro/INTRALINK je rješenje za konkurentno inženjersvo razvijeno u kompaniji PTC (Parametric Technology Corporation), proizvođaču poznatog CAD/CAM sistema Pro/Engineer. Pro/INTRALINK nije jednostavna aplikacija nego kompleksno mrežno okruženje sastavljeno iz više komponenti. Ima klijent/server arhitekturu sa relacionim bazama podataka zasnovanim na Oraklu.

Konceptualno Pro/INTRALINK arhitektura se sastoji od jedne centralne, serverske baze podataka (*Commonspace*) i lokalnih, klijentskih baza (*Njorkspace*) formiranih na svakom radnom mjestu. Pro/Intralink Commonsapce djeluje kao centralno skladište objekata koji se prenose u individualne baze (*Njorkspaces*) za potrebe modifikacije. Izvedene modifikacije se preko centralne baze međusobno usaglašavaju.

Integracija aktivnosti se odvija preko kontrole verzija obrađivanih objekata. Kada projektant memoriše modifikovani objekat sistem ga smješta u lokalni radni prostor. Prebacivanjem objekta u centralno skladište njegova verzija se povećava za 1. Ako neki drugi korisnik u svom radnom prostoru ima isti dokument (objekat) biće obaviješten da je njegova verzija zastarjela. Obezbijedene su operacije ažuriranja objekata u takvim slučajevima.

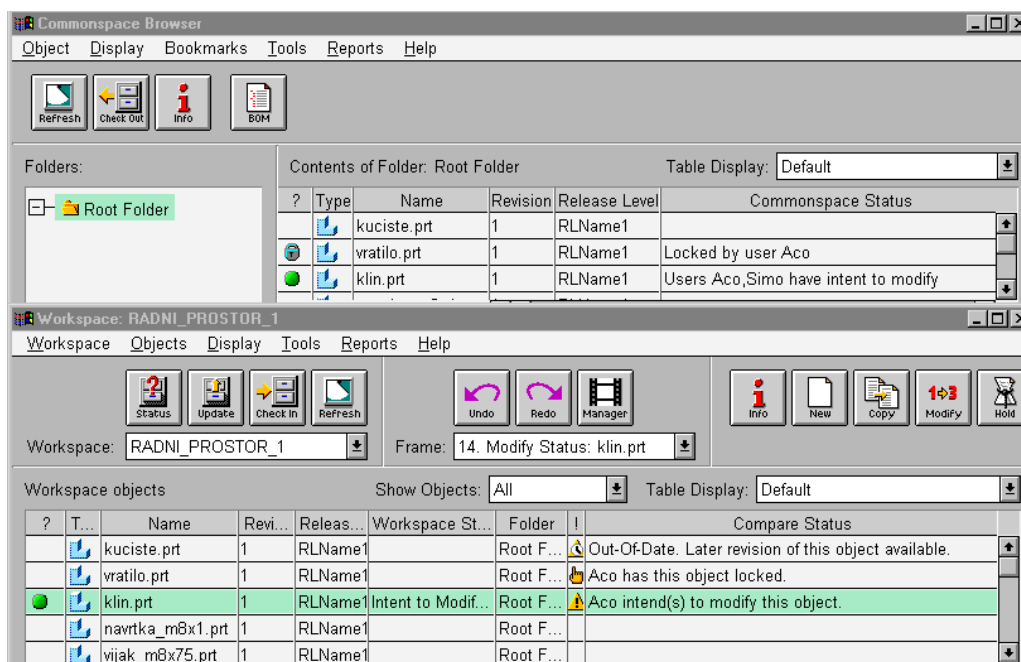


Sl. 2. Arhitektura Pro/INTRALINK sistema za konkurentno inženjstvo

Pokazuje se korisnim izdavanje obavještenja o namjeri za modifikaciju nekog objekta. To štedi trud i zaobilazi nepotrebne konflikte. Za takve svrhe na raspolaganju je funkcija za postavljanje statusa nekog objekta. Postoje dva statusa koji se mogu dodijeliti:

- Namjera da se objekat modifikira (Intent to modify) i
- Zaključan objekat (Locked).

Ovakva setovanja statusa su sredstvo za komunikaciju i usaglašavanje istovremenih projektnih aktivnosti između korisnika. *Locked* status sprečava sve druge korisnike da izvode modifikaciju ili pak zaključavaju taj isti objekat. *Intent to modify* status ima ulogu da obavijesti druge da je modifikacija u toku kako bi postupali pažljivo ili uspostavili komunikaciju radi dodatnih obavještenja. U ovom režimu i drugim je korisnicima dozvoljen pristup do istog objekta, ali u slučaju istovremenih modifikacija treba pokrenuti operacije za *integraciju* ovakvih konkurentskih aktivnosti koje su najsloženije u ovom ostvarenju.



Sl.3. Snimak stanja komunikacije u Pro/Intralink- u.

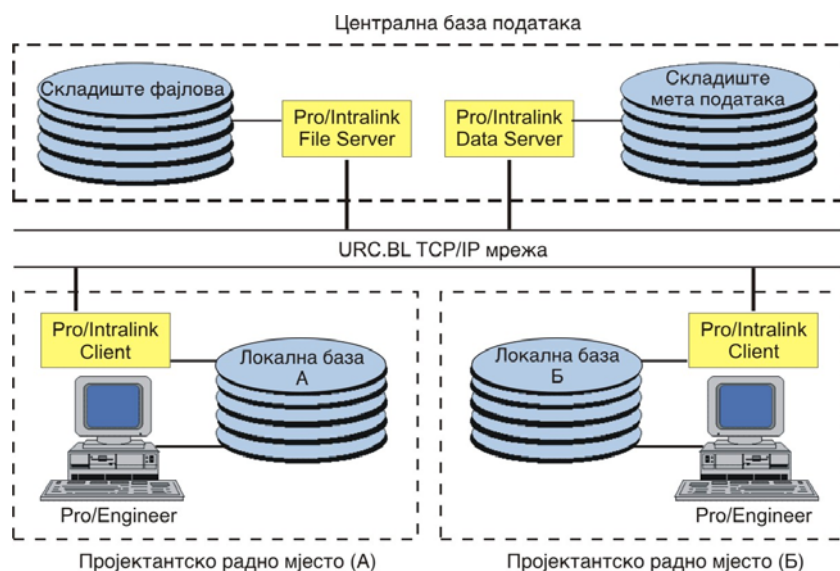
Pro/INTRALINK aplikacije **File server**, **Data server** i **Client** obezbjeđuju operacije za komunikaciju između centralne i lokalnih baza podataka. Centralna, serverska baza podataka je praktično sastavljena iz dva dijela:

- baze fajlova i
- baze meta podataka.

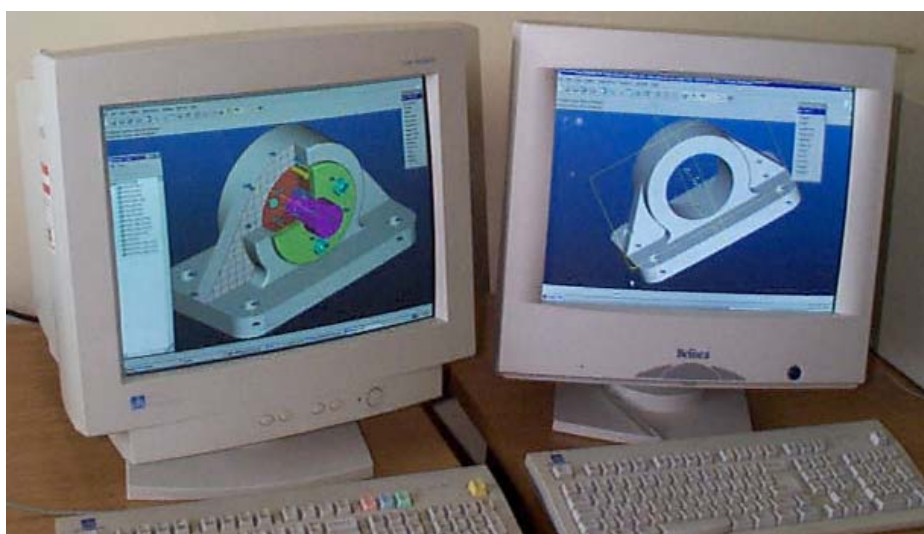
U bazi fajlova čuvaju se fizički podaci (fajlovi) o objektima kojima razvojni tim manipuliše. Transferom ovih fajlova u i iz lokalne baze upravljaju File server. U bazi meta podataka čuvaju se spiskovi korisnika, podaci o pravima pristupa, imena i relacije među objektima, fizičke lokacije objekata (fajlova), zahtjevi korisnika itd. Ovim podacima manipuliše Data server.

Pro/INTRALINK Client aplikacija obezbjeđuje vezu sa centralnom bazom podataka s jedne i Pro/Engineer softverom s druge strane. Zahtjev za modifikaciju Client upućuje prvo Data Server-u koji provjerava prava pristupa i u slučaju verifikacije izdaje naloge za transfer fajlova iz centralne u klijentovu bazu podataka.

U Pro/INTRALINK ostvarenju distribucija računara nije ograničena na lokalnu (LAN) mrežu nego se može prostirati širom Interneta. Da ta mogućnost ne bi izostala prilikom instalacije softvera moraju se dati puna DNS imena računara, kako servera tako i klijenata, npr., CADCAM1.campus.urc.bl.ac.yu. Pošto aplikacije ne komuniciraju direktno nego preko TCP/IP mreže potrebno je definisati i komunikacioni kanal (port) između Pro/INTRALINK File Server-a i Pro/INTRALINK Client-a. Podrazumijevani broj kanala je 7777.



Sl. 4. Pro/INTRALINK baze i korespondentne aplikacije



Sl. 5. Snimak iz Laboratorije za CAD/CAM

5. PRAVCI ISTRAŽIVANJA ZA SLEDEĆU GENERACIJU CAD/CAM SISTEMA

Nedostatak Pro/INTRALINK rješenja je obimna centralizovana baza podataka i dupljanje, zapravo višestrukost memorijskih resursa jer se u lokalnim radnim prostorima nalaze kopije fajlova iz centralne zajedničke baze podataka. Takav pristup uvijek ostavlja prostor za nekonzistentnost podataka. Najnovije istraživačke aktivnosti usmjerene su u dva pravca:

- *distribuirane baze podataka i*
- *rad u heterogenim uslovima.*

Kod distribuiranih baza podataka nema dupljanja fajlova. Podaci iz udaljenih baza podataka na lokalnim sesijama djeluju kao virtuelni, i raspoloživi su samo za vrijeme trajanja sesije odnosno konekcije. Virtuelni fičeri npr. mogu poslužiti za kreiranje stvarnih lokalnih fičera, a virtuelni dijelovi za kreiranje sklopova.

U tekućim sistemima za konkurentno inžinjerstvo svi članovi tima rade u jednom istom CAD/CAM sistemu. Obzirom da po različitim kompanijama, pa i u okviru iste, imamo rasplodžive različite CAD/CAM sisteme potrebno je obezbijediti kooperaciju u takvim heterogenim uslovima. Problem se rješava razvojem takozvanih adaptora koji djeluju povrh CAD/CAM sistema i ponašaju se kao svojevrsni konvertori komandi jednog univerzalnog jezika u pozive internih procedura specifičnog CAD/CAM softvera.

6. ZAKLJUČCI

Mnogi savremeni CAD/CAM sistemi posjeduju rješenja za paralelan timski rad na razvoju proizvoda. Tako npr. Pro/Engineer sistem sadrži Pro/INTRALINK modul koji omogućuje istovremenu obradu, od strane više stručnjaka, čak jednog te istog dijela, mada su mu procedure za integraciju istovremeno provedenih izmjena malo komplikovane. Današnji sistemi za konkurentno inžinjerstvo podrazumijevaju rad cijelog tima u jednom te istom CAD/CAM sistemu, ali se uveliko radi na rješenjima koja će omogućiti rad u heterogenim uslovima, tj. kooperaciju sa različitim CAD/CAM sistemima, npr. Pro/Engineer, Catia, IDEAS itd.

7. LITERATURA

1. Bojanić, P., Kalajdžić, M., *Konkurentno inžinjerstvo*, 19. JUPITER konferencija, 6. CAD/CAM simpozijum, Mašinski fakultet, Beograd, 1993.
2. Han, J., Reljuicha, A.A.G., *Modeler-independent feature recognition in a distributed environment*, Computer-Aided Design, Vol. 30, No.6, (1998) 453-463.
3. Bojanić, P., *Izgradnja kompleksnog internog modela radnog predmeta za potrebe CAD/CAM sistema nove generacije*, 25. JUPITER konferencija, 12. CAD/CAM simpozijum, Mašinski fakultet, Beograd, 1999.
4. Jokanović, S., *CAD/CAM sistemi treće generacije: Principi i tehnike*, 2. savjetovanje DEMI, Mašinski fakultet, Banjaluka, 1999.
5. Zhang, F., Džue, d., *Distributed database and knowledge base for concurrent design*, Computer-Aided Design, Vol. 34 (2002) 27-40.

Resume: CAD/CAM Systems and Concurrent Engineering. *Switching from sequential to parallel design process CAD/CAM systems have drastically shortened product development cycle. The new approach is known as concurrent engineering. This paper discusses the ideas and principles it is founded on, as well as some practical solutions, and a vision of some future direction of development.*

Keywords: *CAD/CAM, MCAE, parametric feature based modeling, associativity, concurrent engineering, distributed databases.*



Koutin A.¹⁾

PRODUCT DEVELOPMENT AND CAD/CAM

1. INTRODUCTION

This celebrated anniversary provides an opportunity to put the history and development of CAD/CAM into perspective.

It is interesting to note that many of the developments along these axes take a similar course, albeit at different times. Consequently, developments in one field can help predict possible future developments in another. Consider, for example, the machine control timeline; initially the (market) need to produce products with more complex shapes drove the numeric control technology. Programs to activate machine motors were entered directly by electric switches and thumbwheels; users were prepared to invest a great deal of time and effort to produce a curved edge. As technology progressed, users required more comfortable and faster methods of programming machine control, leading to higher level representation, from pure geometry (APT) to abstract machining features. Clearly the trend today is to fully automate this process, so that machine programming is derived automatically from the CAD model without any user intervention whatsoever.

The machine control timeline is remarkably similar to the product design technology timeline. Initially, the technology was driven by market needs, so that very simple computer programs were developed just to manipulate and plot simple geometry. Later on, users required higher level interfaces and capabilities. This requirement led to the development of computer aided drafting systems and, later on, three dimensional modeling system, then solid modeling [1] and still higher level of abstraction such as engineering constraints. Thus, the trend in product design technology is clearly moving from detailed to conceptual design levels, and, in analogy with the machine-control timeline, it is likely that future design systems will be fully automatic, producing designs based only on specifications alone, without any user intervention at all. While today this prediction may seem far-fetched, by analogy to the machine control timeline, it is not beyond the realm of possibility.

2. COMPUTER AIDED DESIGN

It is generally agreed that the ideal product design process begins with a need and proceeds through a conceptual design stage to a detailed design stage. The exact stages that comprise this process are the subject of debate [4]. One typical process flow is shown in figure 1 below [5]. This process is linear, with permitted feedback iterations. Other, non-linear or cyclic approaches encourage a perpetuating planning and testing scheme or a repetitive "design and synchronize" scheme [6]. Ferguson argues that in practice all stages occur simultaneously and that French's scheme is an idealization [5]. Computer aided design (CAD) as a discipline tries to automate and improve this process. While linear processes flow from the top downward, CAD systems as a discipline have chronologically moved upward. Early systems concentrated on the detailed design phase, and specifically on drafting of working drawings and early numerical control. Today, commercial CAD systems reach well into the modeling (embodiment) and analysis (simulation) stages of detailed design. The paradox is evident: while research shows that approximately 75% of the total life cycle cost of a product (design, manufacturing, operation, maintenance, etc.) is determined at the conceptual design stage, CAD tools are geared for detailed design and so cannot be used to support the critical stage.

¹⁾ Prof. Dr. Andrey Koutin, Vice-rector, TU STANKIN, Vadkovsky per. 3A, 127055 Moscow, Russia,
Tel. (095) 973-30-80, Fax (095) 973-30-75, E-mail: aak@stankin.ru

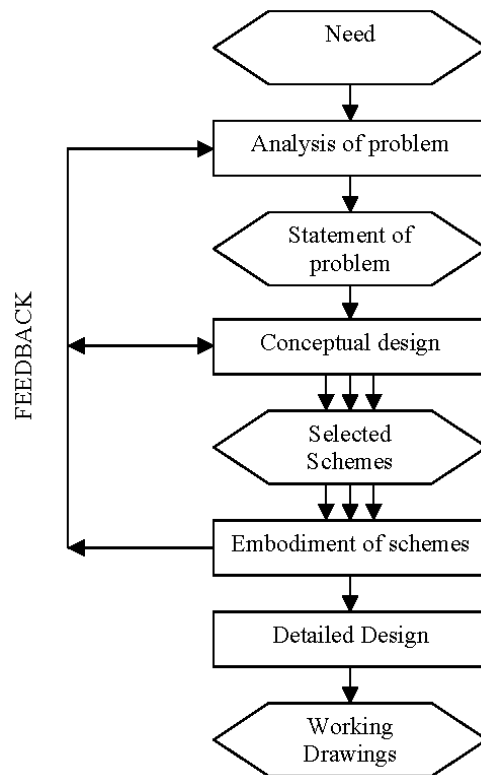


Fig. 1: An idealization of the design process [5]

One possible explanation for this situation is the lack of communication means appropriate for the conceptual stage. At the preliminary stage, specification is vague and difficult to process. The goal is not well defined. Moreover, designers typically need to invest too much effort to use CAD support, effort that may not be justified until they converge to a particular concept. Consequently, at the conceptual stages, designers today rely on expert advice that can be sought based on preliminary work.

To overcome this problem, CAD tools must be made available at the most preliminary conceptual design stage. CAD tools must be made to accept and "understand" designs in rough and inaccurate form and reason about them without requiring details. They should be able to predict properties of the design, thus assisting in making critical decisions and enhancing exploration capabilities [7]. In the future, these tools may even suggest alternative designs.

3. MACHINE CONTROL AND PROGRAMMING

Machine control and machine programming are two sides of the same problem, one side viewed from the machine's viewpoint and the other from the operator's standpoint. Initially, machine control and programming were performed at the mechanical level, where crankshafts and cams controlled motion over time and complicated mechanisms synchronized motions in different dimensions to create paths. When numerical control was introduced, step motors and actuators produced motion according to a binary program coded directly at the console. As information technology improved, this programming method was gradually replaced by higher level languages such as APT, which involved specification using geometrical entities. These languages were converted into codes that were fed into the machine (CNC). The use of higher level programming also permitted the introduction of improved control algorithms over machine performance parameters, such as accuracy and feedrate. Today, computers are installed on the machines themselves, and the control level is mostly concealed from the operator.

Over the years, machine programming has become the responsibility of CAD/CAM software. The level of abstraction of machine programming increased further, as machining features are replacing classic geometric entities. More and more of the tasks associated with machine programming are now performed automatically. Some of these tasks, such as tool-path and turret optimization, validity check and simulations, became feasible objectives only due to these improvements.

The target of machine programming has always been automation and is likely to remain so, since full, reliable and optimal automatic generation of machine programs is still an unattained goal. In part, this is due to the wide variations among machine codes and languages, a problem that can only be solved thoroughly by standardization. Nevertheless, there is an identifiable trend toward globalization in machine control. This trend, of which standardization and full automation are building blocks, holds that groups of machines can be thought of as one single bigger machine. A governing computer controls the operation within this machine cluster, taking care of all the specifics of the individual machines and providing a uniform external interface so that the whole unit can be addressed without knowledge of its internal workings. Clusters of machines and super-machines can be arranged in a hierarchy, across organizations and across geographic distances. This approach presents an abstraction of the concept of machine.

The general structure of CAD/CAM system, developed in TU STANKIN show in fig.2.

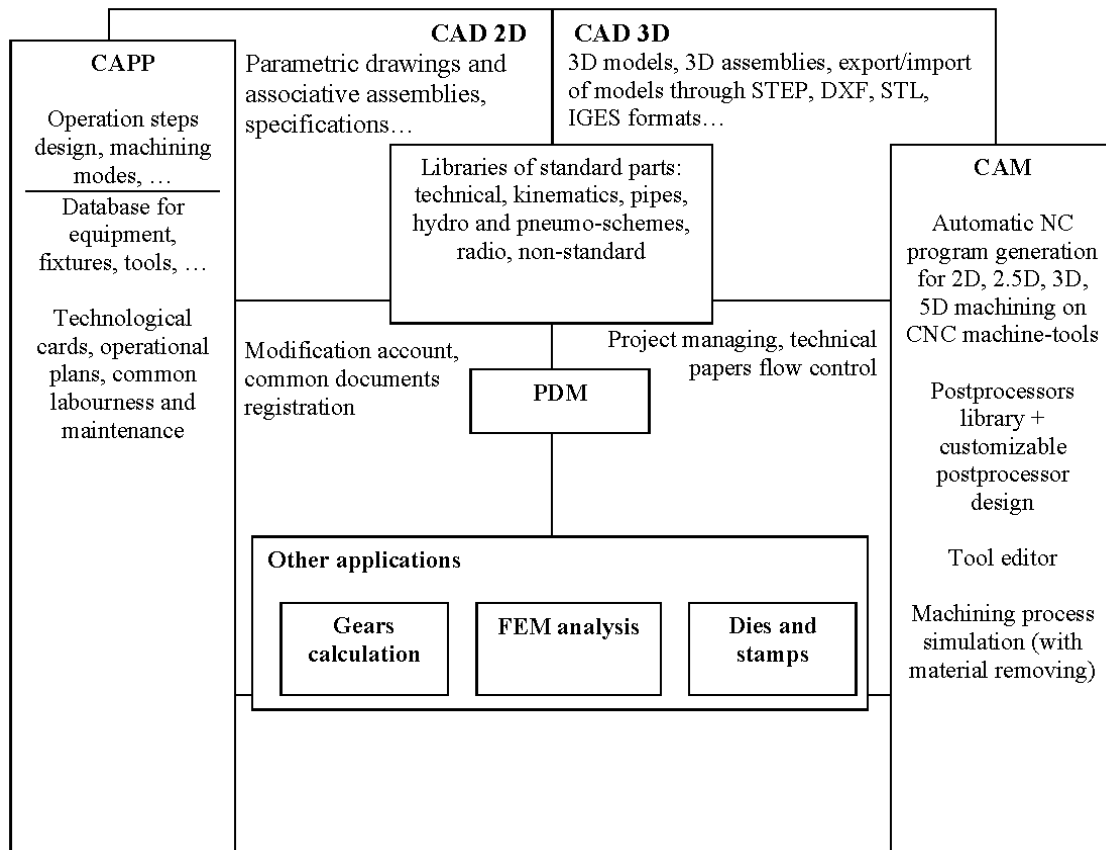


Fig. 2: The general structure of integrated CAD/CAM system with PDM and CAPP features

4. USER INTERFACE

It is generally accepted that the user interface is a crucial enabling factor for computer systems. When machine control was first introduced, manual switches and dials were used to program the logic units. As soon as higher level languages and CNC were introduced, however, the interface itself became the computer for the end user. At first, the interface consisted of alphanumeric commands typed in at a keyboard. With the advent of computer graphics, simple graphic feedback became available in the form of wire frame lines and arcs. The possibility of graphically visualizing and verifying the geometry represented a major step forward. Nevertheless, interfaces based on commands required significant training and were reserved for experts. During the 80's, graphic user interfaces were introduced commercially. From that point on, users could directly manipulate graphical entities, select shapes and operations from graphical menus and obtain graphical feedback practically in real time. On a larger scale, graphical user interfaces began to invade non-graphic applications as well, such as word processing, heralding the current popularity of computer applications. Along with use of graphics, CAD/CAM user interfaces also became three-dimensional. The

shape and form of products could thus be modeled to increasing accuracy and detail. This ability improved as information technology became sufficiently powerful and cheap to allow for surface and solid modeling [8]. CAD/CAM user interfaces represent the means for humans to communicate with the computer and vice versa. While the language of this communication started off in a very computer-oriented format, the general trend in CAD/CAM interfaces was and still is to make this language of communication more compatible to humans. In light of this trend, it is likely that user interfaces will become even more natural and intuitive. The computer will learn to speak and understand modes of communication that are natural and effortless for humans. Some examples include speech, handwriting, gestures, sketches and symbolic notation [9, 10, 11]. Computers will learn to express concepts in more naturally, using more realistic visualization technologies such as virtual and augmented reality. Furthermore, for communication to be more natural, it must be part of a context. Information use and retrieval does not require sitting in front of a screen isolated from the world, nor does it necessitate explicit provocation from the user. Instead, in a computer-augmented environment, electronic systems are merged into the physical world in order to provide computer functionality to everyday objects. Such reactive environments break the traditional barriers of keyboard and mouse computing and offer a new intuitive way for humans and their surroundings to interact. Since most aspects of maintenance involve interaction with the real world, a computer-augmented environment seems appropriate for this task. Such an environment would provide concise information where and when it is needed, naturally and intuitively, in the context of the physical surroundings [3].

5. CONCLUSION

This celebrated anniversary has provided an opportunity to put the history and development of the CAD/CAM field into perspective. This paper has not attempted to provide a survey or an exhaustive review of the state of the art, but rather has identified prevailing trends and considered their implications for the future. Moreover, it has introduced some possibilities for the future based on our personal experience. In retrospect, it might be said that the developments on the different axes of CAD/CAM share some prevailing trends. All are moving toward encapsulation and abstraction of information and toward globalization and distribution. Nevertheless, the ultimate goal of CAD/CAM remains unchanged: To reach ever-higher levels of automation.

References

- [1] Hoffmann, C. M.; Rossingnac, J. R.: A roadmap to solid modeling. IEEE Transactions on visualization and computer graphics, Vol. 2, No. 1, 1996, pp. 3-10
- [2] Bar Cohen, A.: Mechanical Engineering in the Information Age. Mechanical Engineering 117 (1995) 12, pp. 66-70
- [3] Kimura, F.; Lipson, H.; Shpitalni, M.: Engineering Environments in the Information Age - Research Challenges and Opportunities, to appear. In: Annals of the CIRP, Vol. 47/1, 1998
- [4] Pahl, G.; Beitz, W.: Engineering Design. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1996
- [5] Ferguson, E. S.: Engineering and the Mind's eye. MIT Press, 1992
- [6] Seliger, G.; Weber, H.: Synch. & Stabilize - Developing products the Microsoft way. In: Krause, F.-L.; Heimann, R.; Raupach, C. (eds.): New Tools and Workflows for Product Development. Fraunhofer IRB Verlag, Berlin, München 1998, pp. 245-256
- [7] Lipson, H.; Shpitalni, M.: Conceptual Design of Sheet Metal Products by Sketching. In: Proceedings of the Int. Conference on Sheet Metal She-Met'98, , Enschede, Holland, April 7-9, 1998, pp. 171-180
- [8] Krause, F.-L.; Kimura, F.; Kjellberg, T.; Lu, S.C.-Y.: Product Modeling. In: Annals of the CIRP, Vol. 42/2, 1993, pp. 695-706
- [9] Spur, G.; Jansen, H.: Automatic recognition of hand-drawn contours for CAD applications. In: Proceedings of 16th CIRP Int. Seminar on Manufacturing Systems, 1984, pp. 63-72
- [10] Ullman, D. G.; Wood, S.; Craig, D.: The Importance of Drawing in the Mechanical Design Process. Computers & Graphics 14 (1990) 2, pp. 263-274
- [11] Lipson, H.; Shpitalni, M.: Optimization-Based Reconstruction of a 3D Object From a Single Freehand Line Drawing. Journal of Computer Aided Design 28 (1996) 8, pp. 651-663.
- [12] Solomentsev, J.; Sosonkin, V.; Kutin, A., M.: Some Approaches to System Integration in Control Engineering / Innovative Produktionstechnik, Hanser, 1998
- [13] Koutin A. Concurrent design of machine tools, Moscow, 1996.



Kovljenić B., Ivanović R., Puzović R., Popović M.,¹

STANJE I PERSPEKTIVE PRIMENE CAD/CAM/CAE PAKETA U PROJEKTOVANJU PROIZVODA OD PLASTIKE I ODGOVARAJUĆIH ALATA

Rezime

U radu je, prema osnovnim aktivnostima projektovanja proizvoda, projektovanja alata i projektovanja tehnološkog procesa, dat pregled primene CAD/CAM/CAE sistema u realizaciji proizvoda od plastike tehnologijom livenja. Prikazane su osnovne specifičnosti navedenih aktivnosti i rešenja koja nude CA (Computer Aided) alati. Analiza stanja pokazuje da ne postoji jedinstven softver koji bi u potpunosti podržao sve faze nastanka proizvoda, ali je moguće ostvariti takav sistem integracijom nekoliko paketa. Uz osvrt na situaciju kod nas data su očekivanja vezana za dalji razvoj posmatranih softvera.

1. UVOD

Intenzivnija primena polimera počela je pedesetih godina prošlog veka zahvaljujući pre svega velikim mogućnostima sinteze i na taj način dobijanja materijala sa širokim spektrom svojstava. Relativno lakše oblikovanje u odnosu na metale, mogućnosti estetskog dizajna, i druga pogodna svojstva širila su njihovu primenu u sve oblasti gde čvrstoća, krutost, i druge prednosti metala nisu od primarnog značaja. Poslednje dve decenije, bilo sami ili kao elementi kompozita, polimerni materijali se uveliko primenjuju i za odgovorne mašinske delove.

Poznato je da plastiku kao osnovnu grupu polimernih materijala čine termoaktivni materijali (termoplasti) i termostabilni materijali (duroplasti). U grupu termoplasti spadaju materijali sa linearnim i razgranatim lancima molekula koji se mogu više puta preradivati, dok grupu duroplasti čine materijali sa umreženom strukturom koji se mogu preradivati samo jedan put. Injekciono presovanje (livenje pod pritiskom ili tzv. brizganje) je jedan od osnovnih postupaka za izradu komadnih proizvoda od termoplastičnih materijala. Po svojim opštim karakteristikama ovaj proces je sličan procesu livenja metala pod pritiskom. Međutim, karakteristična struktura polimernih materijala, sastavljena od dugih lanaca molekula, za posledicu ima niz specifičnosti procesa brizganja u odnosu na pomenuti sličan proces livenja metala.

Široka primena procesa brizganja uslovlila je reakciju proizvođača CA (Computer Aided) softvera još pre više od deset godina. S jedne strane proizvođači komercijalnih CAD/CAM paketa počeli su da razvijaju specijalne module za pomoć pri projektovanju posmatranih proizvoda i odgovarajućih alata. S druge strane razvijali su se specijalizovani CAE paketi za simulaciju i analizu samog procesa brizganja (popunjavanje kalupne šupljine, hlađenje, skupljanje i sl.). Tržište danas nudi više CAD/CAM sistema sa ugrađenim pomoćnim modulima pomenute namene (Pro/Engineer, Unigraphics, SolidWorks, Catia, ...), i relativno manji broj CAE sistema za analizu tehnološkog procesa brizganja (MoldFlow, Moldex 3D, SIGMASOFT,...). U nastavku su prikazna saznanja do kojih su došli autori pri razmatranju i korišćenju dostupnih softvera u okviru laboratorija Katedre za proizvodno mašinstvo.

Načelno se sve aktivnosti u toku realizacije posmatranih proizvoda mogu podeliti u tri međusobno povezane celine po kojima se može posmatrati primena CAD/CAM/CAE alata:

1) *Projektovanje proizvoda:*

- Geometrijsko modeliranje uz analizu tehnoločnosti idejnog rešenja.
- Izbor materijala proizvoda.
- Analiza konstrukcije sa aspekta postavljenih eksploatacionih uslova uz pomoć CAE alata (skupljanje, krivljenje, zaostali naponi, eventualno statičko i dinamičko ponašanje, ...).

¹ Borislav Kovljenić, dipl. maš. ing., kovbor@alfa.mas.bg.ac.yu, Radomir Ivanović, dipl. maš. ing., ivanor@alfa.mas.bg.ac.yu, Doc. dr. Radovan Puzović, puzovir@alfa.mas.bg.ac.yu, Mr. Mihajlo Popović, mike@alfa.mas.bg.ac.yu, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 27.marta 80, 11000 Beograd

2) *Projektovanje alata:*

- Geometrijsko modeliranje alata.
- Projektovanje i analiza ulivnog sistema i sistema hlađenja.
- Projektovanje tehnologije za izradu alata (NC kod za NUMA).

3) *Projektovanje i analiza tehnološkog procesa:*

- Izbor parametara tehnološkog procesa.
- Završna analiza i simulacija procesa brizganja, skupljanja, krivljenja, zaostalih napona, i drugih aspekata kvaliteta proizvoda.

2. PROJEKTOVANJE PROIZVODA

Specifičnosti modeliranja livenih plastičnih proizvoda mogu se sumirati u sledećem:

- složene površine na modelu,
- modeliranje tankih zidova,
- zaobljenje i/ili obaranje većine ivica i prelaza,
- nagibi površina, i
- potreba za dizajnerskom analizom tehnoločnosti dela.

Komercijalni CAD paketi sa više ili manje uspeha ispunjavaju geometrijske zahteve date sa prve četiri tačke. Npr. u radu [4] je prikazan primer različitih načina modeliranja oborene ivice u softverima AMD 4.0 i MicroCADAM Helix 99. Takođe, različiti softveri na različite načine obezbeđuju modeliranje složenih površina, ostvarivanje nagiba, i pravljenje kutijastih konstrukcija sa tankim zidovima. Neke napredne opcije kao što je funkcija Shell u Pro/Engineer-u znatno pojednostavljaju projektovanje struktura sa tankim zidovima. Brzina modeliranja je jedan od pokazatelja prednosti jednog paketa nad drugim, ali treba imati u vidu i druge faktore kao što su iskustvo projektanta, okruženje u koje se model integriše, cena paketa, i drugi.

Dizajnerska analiza tehnoločnosti dela sa aspekta procesa livenja ostvaruje se ili posebno ugrađenim CAE modulima u CAD/CAM pakete ili specijalizovanim CAE alatima koji na bazi MKE vrše simulaciju i analizu popunjavanja kalupne šupljine, hlađenja, skupljanja, i sl. Cilj ove analize je da se oceni kvalitet konstrukcije proizvoda u smislu tehnoločnosti i otklone eventualni nedostaci kao što su mesta nagomilanog materijala koja otežavaju hlađenje, zatim suviše tanki zidovi, nagle promene toka i drugi elementi strukture koji otežavaju tečenje rastopa, i sl. PTC je za ovu namenu u Pro/Engineer integrisao modul Part Adviser, koji zajedno sa Mold Adviser-om čini Moldflow-ov paket Plastic Adviser (MPA). Inače firma Moldflow je jedan od najpoznatijih proizvođača CAE sistema za simulaciju i analizu brizganja plastike, a osim po MPA poznata je i po softveru Plastic Insight (MPI).

Uloga CAE alata u izboru materijala takođe može da bude od izuzetnog značaja. Pomoću MPA je moguće simulirati proces livenja sa varijantnim materijalima i na taj način izabrati najpogodniji. CAE alatima je moguće ostvariti i analizu proizvoda sa aspekta postavljenih eksploatacionih uslova (opterećenje, deformacije,...). Napominje se da ove analize imaju smisla samo kod delova velike pouzdanosti, da izvestan problem može da predstavlja nelinearnost napona i deformacija i da pomenuti specijalizovani CAE paketi za plastiku imaju ograničene mogućnost u ovom pogledu.

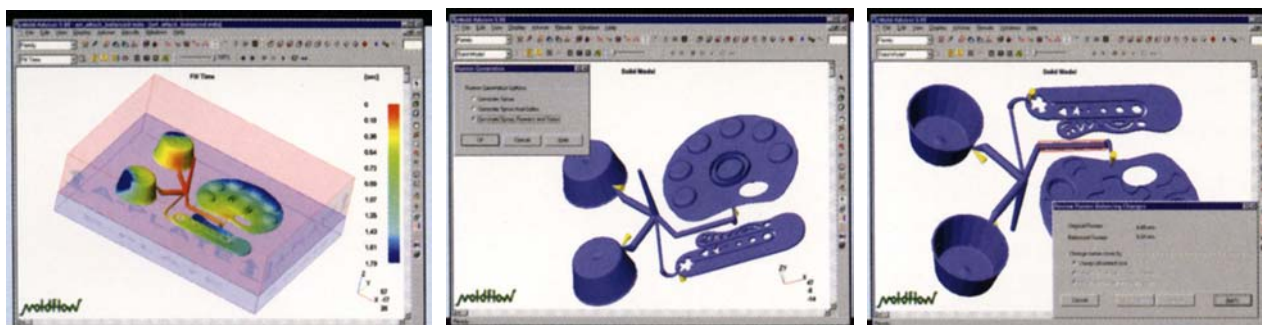
3. PROJEKTOVANJE I IZRADA ALATA

Činjenica da su elementi alata za livenje plastike izuzetno skupi dovela je do toga da su se pojedine firme (DME, HASCO, Strack, EOC, MISUMI, Meusburger, ...) specijalizovale za izradu standardnih elemenata alata kako bi smanjile njihovu cenu. Primer sličnih specijalizacija kod alata za obradu lima imamo već dugi niz godina (standardna kućišta, vođice, čivije, ploče, ...). Većina ovih firmi ima i elektronske 3D kataloge standardnih elemenata sa mogućnošću da se isti uvezu u sklop alata. Svi imaju standardne formate (IGES, STL, ACIS, STEP) a vrlo često imaju i modele u formatima najpoznatijih CAD paketa. Na taj način projektovanje alata se svodi na njegovo koncipiranje, izbor standardnih elemenata, i projektovanje onih elemenata koji direktno utiču na oblik proizvoda (kalupi, jezgra, izbacivači, umetci). Projektovanje sistema kanala za ubrizgavanje i sistema kanala za hlađenje svodi se uglavnom na modifikacije na prethodno izabranim elementima.

Modeliranje šupljine kalupa i jezgra (eng. cavity) se najčešće ostvaruje kao otisak modela proizvoda, pri čemu se uzima u obzir skupljanja koje nastaje kao posledica hlađenja odlivka posle livenja. Za ovu

aktivnost Pro/Engineer pored opcija Manufacturing\Mold Cavity i Assembly\Mold Layout ima i ugradni modul B&W, Unigraphics ima modul Mold Wizard, Catia ima Mold Tooling Design, SolidWorks ima MoldWorks i SplitWorks, itd. Najveći posao u izradi alata predstavlja izrada kalupa. Po pravilu se ostvaruje glodanjem na NUMA-a, a prema programu generisanom od strane CAM sistema. Tamo gde glodanje nije rešenje najčešće se koristi elektroeroziona obrada sa elektrodama. Pored komercijalnih CAD/CAM paketa u izradi posmatranih kalupa i elektroda se uspešno koriste i posebni CAM sistemi: SurfCAM, Vericut, EdgeCAM, Mastercam i drugi.

Za početno koncipiranje i analizu alata MoldFlow je razvio pomenuti Mold Adviser. Pomoću njega je moguće projektovati i analizirati ulivni sistem, raspored istih ili različitih delova u kalupu, odrediti silu zatvaranja alata, tok materijala pri popunjavanju kalupa i sl. Balansiranje kalupa u smislu istovremenog popunjavanja svih šupljina i ravnomernog hlađenja je od primarnog značaja. Slika 1. prikazuje neke od ovih analiza.



Slika 1. Primer analiza u Moldflow Mold Adviser-u [6]

4. PROJEKTOVANJE I ANALIZA TEHNOLOŠKOG PROCESA

Pomenuti CAE alati u okviru svojih baza materijala, npr. Part Adviser ima bazu od preko 4000 polimera, sadrže i preporuke za parametre procesa brizganja (pritisak ubrizgavanja, temperaturu rastopa, temperaturu kalupa). Ove preporuke daju proizvođači materijala i osnovno je previlo da se one ispoštuju kad god je to moguće, a da se eventualni problemi rešavaju izmenama na proizvodu i/ili alatu. Neki CAE sistemi, npr. MPA, nude analizu optimalnih parametara procesa. Ova analiza se za konkretan proizvod i alat zasniva na potpunom popunjavanju kalupne šupljine, ravnomernom toku materijala, ujednačenom hlađenju dela i sličnim uslovima potrebnim za kvalitetan proizvod.

Tabela 1. Osnovni moduli u okviru Moldflow Plastic Insight-a

Modul	Opis funkcije
MPI/SYNERGY	Priprema modela i izrada mreže KE
MPI/FLOW	Simulacija popunjavanja kalupne šupljine
MPI/COOL	Projektovanje kanala za hlađenje i simulacija hlađenja alata
MPI/WARP	Analiza krivljenja otpreska usled procesa hlađenja
MPI/STRESS	Analiza napona i deformacija od spoljašnjeg opterećenja i temperature
MPI/SHRINK	Simulacija skupljanja i predviđanje kritičnih mesta
MPI/FUSION	Brz način pripreme CAD modela za simulaciju
MPI/GEOM3D	3D simulacija-MKE
MPI/FIBER	Analiza orijentacije armirajućih vlakana kod kompozitnih materijala
MPI/GAS	Simulacija brizganja sa primesama gasa
MPI/OPTIM	Optimizacija parametara procesa
MPI/ICM (Injection compression)	Kontrola procesa brizganja i presovanja
MPI/COINJ (Co-Injection)	Simulacija koinjekcionog brizganja jezgra i kore od različitih materijala
MPI/TSETS (Reactive Molding)	Simulacija brizganja termostabilnih smola
MPI/ THS_MCHIP (Microchip Encapsulation)	Analiza izrade poluprovodničkih čipova od termostabilnih smola
MPI/THS_UNDER (Underfill Encapsulation)	Popunjavanje kalupne šupljine pri izradi čipova

Među najpoznatije softvere za posmatranu analizu procesa spada pomenuti Moldflow Plastic Insight (MPI). Za projektovan proizvod i alat i izabrane parametre procesa moguće je dosta realno simulirati proces popunjavanja kalupa, hlađenje, skupljanje, orijentaciju molekula, mesta mogućeg zarobljavanja vazduha, i druge elemente procesa. Postoji preko sto mogućih rezultata analiza koji zajedno treba da daju što realniju sliku procesa. Osnovni moduli MPI paketa su prikazani u tabeli 1 sa kratkim opisom njihove primene. Svi pomenuti CAE pakete za sprovedene simulacije i analize obezbeđuju automatizovano kreiranje izveštaja u html formatu.

5. ZAKLJUČAK

Iz prethodnog se vidi da CAD/CAM/CAE alati pružaju veliku podršku projektovanju proizvoda od plastike i odgovarajućih alata. Međutim, ta podrška je još uvek nedovoljna da bi se kod složenih i odgovornih delova (obično kompozitni materijali) mogla uvek izbeći izrada probnih komada. U tu svrhu se koriste tehnike kao što su HSM (High Speed Machining), PR (Rapid Prototyping), zatim aluminijumski i silikonski alati, i slično. Danas ne postoji jedinstven softver koji bi u potpunosti podržao sve posmatrane aktivnosti već jer za njihovu realizaciju potrebno integrisati više paketa. Integrisan sistem bi, uz elektronske kataloge standardnih delova, trebalo da sadrži napredan komercijalni CAD/CAM paket, specijalizovan CAE softver za analizu proizvoda i alata i specijalizovan paket (modul) za projektovanje alata. Konkretn izbor paketa koji čine ovaj sistem zavisi od potreba i mogućnosti korisnika.

U daljem razvoju posmatranih CA alata se očekuje dalje približavanje CAE analiza realnom procesu livenja, zatim dalja automatizacija procesa projektovanja alata uz konformniju integraciju elektronskih kataloga standardnih elemenata, i šire mogućnosti u projektovanju sistema kanala za hlađenje. Kada je u pitanju domaća industrija plastike upotreba CA alata je ograničena asortimanom proizvoda i cenom softvera. CAD/CAM sistemi su neohodni dok se CAE analize obično zaobilaze. Korišćenje standardnih elemenata alata je pored cene ograničeno i dostupnošću, tako da se naručuju samo neohodni elementi, npr. tzv. tople glave. Na kraju se napominje da industrija plastike ima širok spektar proizvoda opšte namene gde sva razmatrana softverska podrška nije uvek neophodna (ovakva je većina proizvoda u domaćoj industriji). Primena CA alata zavisi od konkretnog proizvoda. Primera radi, kod neodgovornih delova CAE simulacija nije potrebna, kod delova manjih visina nagibi površina se ne izvode jer elastičnost plastičnih materijala obezbeđuje uspešno vađenje dela iz kalupa, i td.

6. LITERATURA

- [1]. Kalpakjian, S., Manufacturing Engineering and Technology, Addison Wesley Publishing Company, USA, 1995.
- [2]. Nađ M., Polimerni materijali (plastomeri i elastomeri, konstrukcija i prerada), Zagreb, 1991.
- [3]. Časopisi European Tool & Mould Making, Oktobar, Novembar/Decembar, 2002.
- [4]. Živanović M., CAD sistemi u procesu prerade plastomera, 26. JUPITER Konferencija, Beograd, 2000., pp. 2.69-2.72.
- [5]. www.tool-moldmaking.com
- [6]. www.moldflow.com
- [7]. www.hasco.com
- [8]. www.ptc.com

THE STATE AND PERSPECTIVES OF CAD/CAM/CAE APPLICATION IN PLASTIC PRODUCTS AND CORRESPONDING TOOLS DESIGN

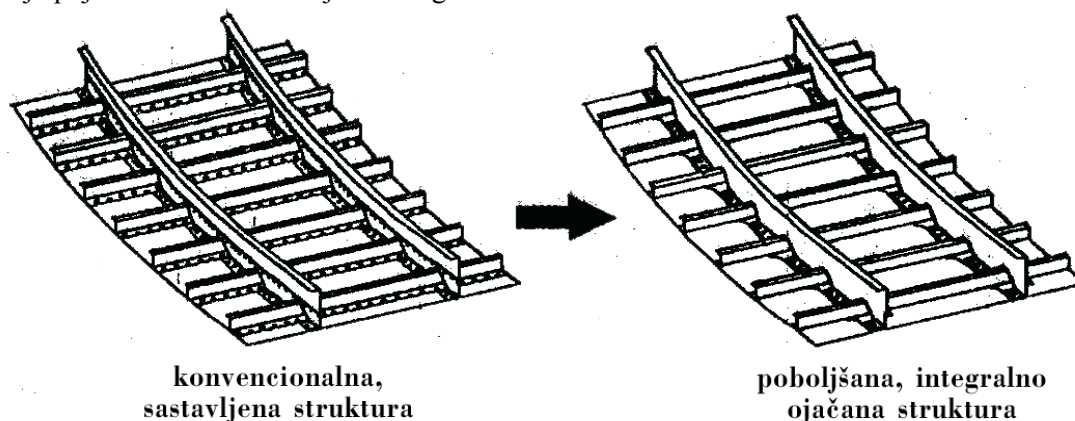
Summary

This paper, based on elementary activities: product design, tools design and manufacturing processes design, gives a review of CAD/CAM/CAE systems application in manufacturing of plastic products, using injection molding technology. Basic specificities of induced activities and solutions which CA (Computer Aided) tools offer are shown. State analysis shows that unique software which could support all phases of injected product manufacturing does not exist, but it is possible to make such a system integrating several softwares. Having our situation in mind the expectations for further development of observed softwares are given.

I. Krivošić, ...¹**IZBOR OPTIMALNOG KONCEPTA U IZRADI INTEGRALNIH STRUKTURA LETELICA**

U radu je prikazan izbor najpovoljnijeg koncepta integralne strukture na primeru trupa modernog putničkog aviona, sa osnovnim ciljem uklanjanje skupih alata u montaži koji se koriste u današnjoj proizvodnji. Rad predstavlja deo doktorske disertacije Mr Mustafe Mesbahia. Sprovedena istraživanja su izvršena u okviru projekta 0223 MNRT-a.

Strukture komercijalnih aviona su prvenstveno zakovane, tj kompletni delovi izrađeni su iz pojedinačno proizvedenih delova. Alternativna mogućnost je koncept integralne strukture, u kome je kompletan deo "integralno ojačan" - tj oplata i stringeri su integrisani u jedinstvenu noseću strukturu. U prošlosti, nedostaci postojeće proizvodne tehnologije učinili su program integralne strukture skupim. Međutim, današnje napredovanje proizvodne tehnologije i potreba za pronalaženjem novih načina za smanjenje troškova proizvodnje pojačali su interesovanje za integralne strukture.

**SL1. Klasična i integralna struktura**

Koncept integralne strukture na primeru trupa modernog putničkog aviona je ilustrovan na sl.1. Spolja, struktura izgleda kao da je napravljen na klasičan način. Trup je, međutim, sklopljen iz nekoliko velikih delova. Precizno izrađeni delovi dopuštaju glavnim sklopovima da se montiraju bez komplikovanih i skupih alata i sa mogućnošću da elementi, po potrebi, budu zamenjeni. Naknadno dolazi do smanjenih troškova u razvoju alata, brže preciznije i fleksibilnije montaže. Da bi se te inovacije primenile za komercijalne avione, potrebna je saradnja između konstruisanja i proizvodnje.

Najveći doprinos koncepta integralne strukture je uklanjanje skupih alata u montaži koji se koriste u današnjoj proizvodnji (vidi sl.2). Ako su primarni strukturni delovi konstruisani tako da obezbeđuju mogućnost postavljanja i pričvršćivanja, sklopovi bi se mogli tačno sastaviti jeftinim nosačima ili prostim alatima.

Sveobuhvatni cilj programa integralne strukture je demonstracija izvodljivog konstruktivnog koncepta za proizvodnju integralne strukture koja bi :

- težila isto ili manje nego sastavljena struktura
- manje koštala nego sastavljena struktura
- dostigla standardne performanse pouzdanosti i dozvoljenih oštećenja.

Za zadovoljenje ovog cilja program integralne strukture trebao je da uključi:

¹ Prof Dr Ilija Krivošić, Mašinski fakultet, Beograd; Dr Vladimir Zeljković, LOLA Institut, Beograd
Mr Mustafa Mesbahia, LAA, Tripoli, Libia

- razvoj novog i korisnog konstruktivnog prilaza za integralne strukture, zajedno sa proizvodnim tehnologijama za sprovođenje tog prilaza. Projekat prilaza i proizvodna tehnologija bi se birali iz mogućih različitih koncepata zasnovanih na ceni.
- razvoj potvrđenih metoda analiza za proveru izdržljivosti i tolerancije oštećenja integralnih struktura. Cilj je bio da se pokaže da se integralne strukture mogu izvesti jednako ili bolje nego konvencionalne strukture. Osnovne pretpostavke ovakvog koncepta su:

Brza mašinska obrada

- Ustanovljena osnovna tehnologija, brzo razvija nove sposobnosti
- Visok odnos nabavka- letenje zahteva procenu ekonomskih- upotrebnih vrednosti
- Prednosti u svojstvima materijala debele ploče obezbeđuje nove primene

Povećana tačnost sklapanja

- Visoka preciznost na nivou detalja
- Velike uštede sledećeg sklapanja
- Upotreba sposobnosti povećane tačnosti mašina
- Zahteva se ulaganje u kadar i opremu

Osvajanja tehnologija elastičnih tankozidnih odlivaka

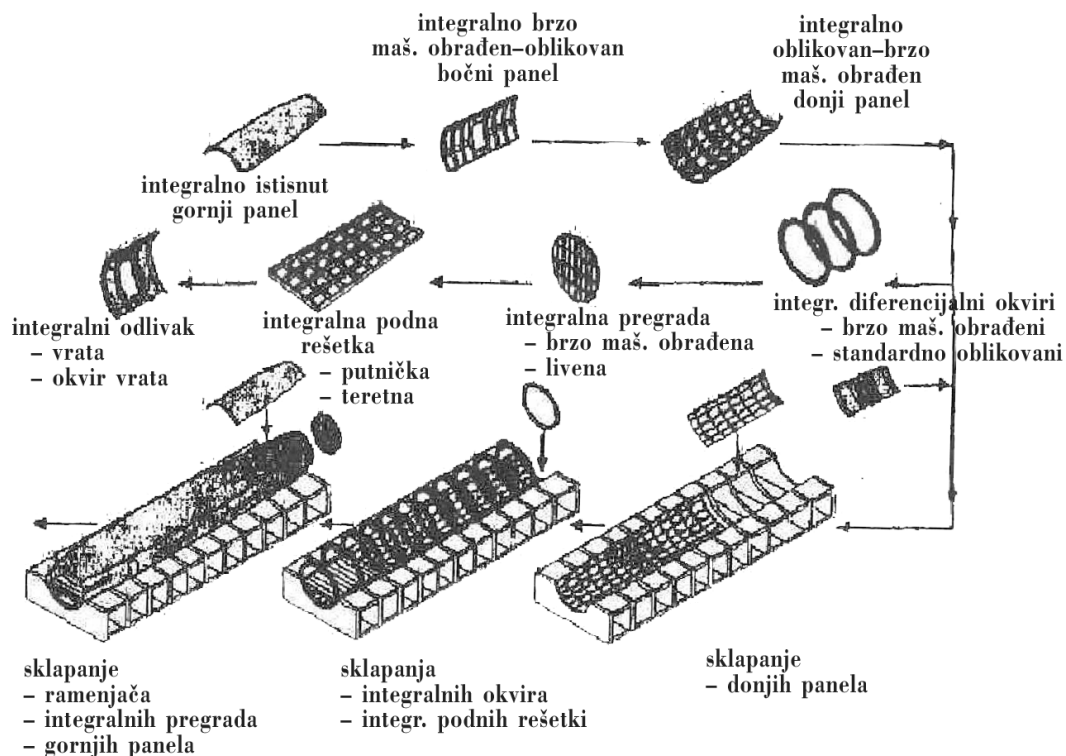
- Pod stalnim poboljšanjem osobina materijala
- 12-15% raspoložive elastičnosti
- Na raspolaganju je primena samohodnog sistema komandne poluge i iskustva

Osvajanja tehnologija velikih istisnutih profila

- Mali trošak – mali deo uračunat za velike komponente
- Pojavljuje se praksa koja se zasniva na razvoju
- Velika mogućnost monolitnih oplata da zamene složene sastavljene sklopove

Unapređenje tehnologije spajanja

- Lasersko zavarivanje, zavarivanje trenjem pojavljuju se kao tehnologije
- Veliko adhezivno prijanjanje smanjuje na najmanju moguću meru uvođenje veza



Sl.2. Postupak precizne montaže trupa

U početku, su bile razmatrane sve moguće strukture i tehnologije i nije bio izvršen izbor ni jednog određenog dela. Ova razmatranja mogu se opisati kao:

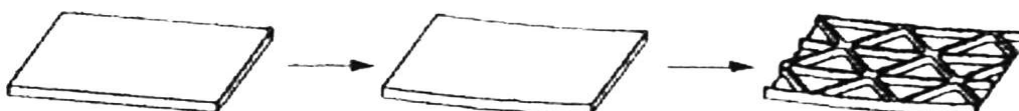
- ispitivanje osobina materijala i mogućnosti mašinske obrade sve većih i većih delova
- metode analiza koje su povezane sa optimalnim projektom
- ispitivanje važećih performansi u progresivno većim delovima
- primena proizvodne tehnologije za prikaz neto troškova strukture

Polazeći od raspoloživih tehnologija u svetu, a prvenstveno SAD, Rusije i Zapadne Evrope, napravljena je lista mogućih koncepata izrade integralne strukture :

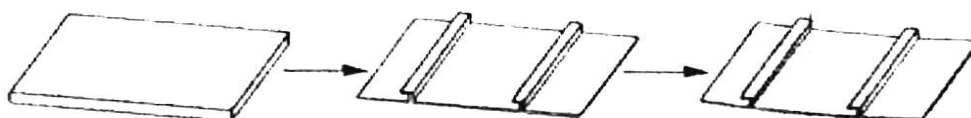
Opcija A: Izrada izoreškastog (dvodimenzionalno ojačanog) panela iz ploče, zatim oblikovanje do konture



Opcija B: Oblikovanje debele ploče do konture, zatim izrada ili izo rešetke ili pravougaonog profila



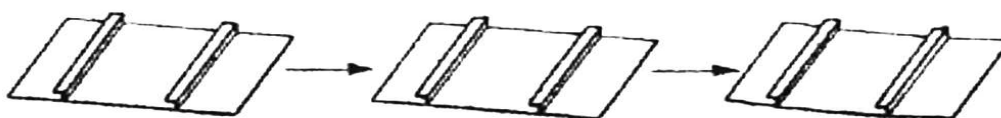
Opcija C: Izrada pravouglog integralnog U profila iz debele ploče, zatim oblikovanje do konture



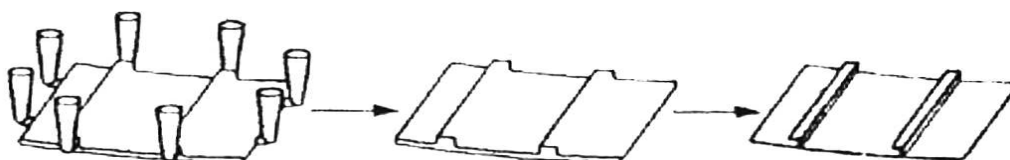
Opcija D: Izrada pravouglog integralnog U profila od češljasto oblikovanog profila, zatim oblikovanje do konture



Opcija E: Istisnuta oplata i ojačan U profil istisnuti su u jednom komadu, dodiruju upotrebljenu troosnu mašinu, zatim se spajaju zakivanjem ili zavarivanjem



Opcija F: Livenje najvećih mogućih panela zatim spajanje zakivanjem ili zavarivanjem



Analiza ponuđenih opcija je sprovedena na bazi izabranih kriterijuma na osnovu koje je napravljena je rang lista koja je sažeto prikazana u tabeli T.1.

Tabela 1 Rang lista prioriteta ponuđenih opcija

Prvenstvo	Opcija	Opis
1	E	Istisnuta oplata i ojačan U profil istisnuti su u jednom komadu ,dodiruju upotrebljnu tro-osnu mašinu, zatim spajaju zakivanjem ili zavarivanjem
2	C	Izrada pravouglog integralnog U profila iz debele ploče, zatim oblikovanje do konture
3	D	Izrada pravouglog integralnog U profila od češljasto oblikovanog profila, zatim oblikovanje do konture
4	F	Livenje najvećih mogućih panela, zatim spajanje zakivanjem ili zavarivanjem
5	A	Izrada izorešetkastog (dvodimenzionalno ojačanog) panela iz ploče, zatim oblikovanje do konture
6	B	Oblikovanje debele ploče do konture, zatim izrada ili iz rešetke ili pravouglog profila

ZAKLJUČAK

Procesom selekcije izdvojile su se dve opcije E i C za dalje praćenje aktivnosti programa. Proučavanje cena je pokazala da panel napravljen od ploče obrađene mašinom daje uštedu od 61% u poređenju sa osnovnim sastavljenim panelom, dok istisnut panel nije bio na raspolaganju za poređenje cene.

Za osnovu ove procene ustanovljena su sledeća pravila:

- materijal: aluminijum, 7XXX istisnut prifil ili ploča (sa materijalom 7050 kao kandidatom)
- debljina: sirovina bi bila debela 2 do 2,5 inča (5,08-6,35cm) a obrađena mašinom do konačne debljine oplata
- veličina opreme: približno 10 sa 15 stopa (3m sa 4.5m)
- kontura: prosta kontura bila bi razmotrena za probne delove, mada je složena mogla biti neophodna za proizvodnju delova

U procesu daljih istraživanja analiziraće se uticaj veličine panela, promene u troškovima održavanja kao i povećanje radnog veka integralnih struktura u odnosu na klasične.

OPTIMAL DESIGN CONCEPT IN INTEGRAL AIRPLANE STRUCTURE

In this paper we present the optimal design concept in the integral airplane structure in case of fuselage of modern passenger airplane. Basic aim is removing expensive tools in assembly of nowday manufacturing. The part of Ph.D. thesis of Mr. Mustafa Mesbahi included in this paper is performed under the project 0223 supported by MNTR.

Literatura:

)¹ R. G. Pettit, J. J. Wang, and C. Toh: **Validated Feasibility Study of Integrally Stiffened Metallic Fuselage Panels for Reducing Manufacturing Costs** Long Beach, California 2000

)² Jill M. Maloney, K. Chauncey Wu: **Analytical Comparison of Three Stiffened Panel Concepts** Hampton, Virginia 1995

)³ S. Ramati G. Lévassieur S. Kennerknecht, **SINGLE PIECE WING SKIN UTILIZATION VIA ADVANCED PEEN FORMING TECHNOLOGIES**, Warsaw ISCP-7, 1999.



Lukić, D.; Todić, V.; Milošević, M.¹

SISTEM GEOMETRIJSKOG I TEHNOLOŠKOG PREPOZNAVANJA PROIZVODA U CAD/CAPP/CAM PROGRAMSKOM SISTEMU ZA POJEDINE DELOVE MOTORA SUS²

Rezime: U proizvodnom sistemu AD "MOTINS", čiji se proizvodni program bazira na izradi delova klipno-cilindarskog sklopa motora SUS, s ciljem da se zadovolje sve oštriji zahtevi tržišta, kao potreba se javlja unapređenje sistema tehničke pripreme proizvodnje. Da bi se izvršilo unapređenje i racionalizacija tehničke pripreme potrebno je razviti jedan CAD/CAPP/CAM sistem za delove klipno-cilindarskog sklopa motora SUS. U okviru ovog programskog sistema jedan od osnovnih zadataka odnosi se na razvoj sistema geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja delova motora SUS, što je osnovni predmet ovog rada.

1.0. Uvod

Proizvodni program AD "MOTINS" bazira se na izradi određenih delova motora SUS, od kojih su najviše zastupljeni delovi koji ulaze u sastav klipno-cilindarskog sklopa, kao što su: cilindarske košuljice, klipovi, rebrasti cilindri i klipni prstenovi.

Jedan proizvodni sistem kao što je AD "MOTINS" koji veći deo svojih proizvoda plasira na inostrano tržište, mora da zadovolji visoke zahteve tržišno orijentisane proizvodnje, kao što su:

- Proizvodnja manjih serija raznovrsnih i novih proizvoda,
- Što kraće vreme isporuke proizvoda,
- Obezbeđenje visokog kvaliteta proizvoda,
- Što niža cena proizvoda,
- Što veća proizvodnost, i dr.

Da bi proizvodni sistem bio sposoban da odgovori na ove zahteve, mora da poseduje visok stepen automatizacije svih aktivnosti, počev od tehničke pripreme pa do izrade proizvoda. To zahteva stalno uvođenje novih tehnologija, posebno tehnologija koje se baziraju na tzv. fleksibilnoj automatizaciji, što se najuspešnije postiže uvođenjem računara u sve aktivnosti proizvodnog sistema.

Da bi se izvršilo unapređenje i racionalizacija sistema tehničke pripreme, kao segmenta proizvodnog sistema, potrebno je razviti jedan CAD/CAPP/CAM sistem za grupe delova klipno-cilindarskog sklopa motora SUS. CAPP sistem se bazira na automatizovanom projektovanju tehnoloških procesa izrade ovih proizvoda i predstavlja vezu između projektovanja proizvoda-CAD, i proizvodnje-CAM.

Za uspešnu realizaciju ovog sistema, potrebno je postaviti podloge za njegov razvoj. Jedan od osnovnih zadataka odnosi se na razvoj sistema geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja delova klipno-cilindarskog sklopa motora SUS kao pripremna etapa za razvoj CAPP sistema, što je i osnovna tema ovog rada, čiji je model prikazan u [2].

¹ prof dr. Velimir Todić, IPM, Fakultet tehničkih nauka, V. Perića Valtera 2 21000 N.Sad, e-mail: todvel@uns.ns.ac.yu
dipl.ing. Dejan Lukić, IPM, Fakultet tehničkih nauka, V. Perića Valtera 2 21000 N.Sad, e-mail: lukicd@uns.ns.ac.yu
dipl.ing. Mijodrag Milošević, IPM, Fakultet tehničkih nauka, V. Perića Valtera 2 21000 N.Sad e-mail: mido@uns.ns.ac.yu

² Rad obuhvata deo rezultata istraživanja u okviru istraživačko-razvojnog projekta: Razvoj programskog rešenja za automatizaciju projektovanja proizvoda i tehnoloških procesa njihove izrade u AD Motins, koji finansira Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Vlade Republike Srbije

2.0. Sistematizacija cilindarskih košuljica

Cilindarska košuljica kao deo klipno-cilindarskog sklopa motora SUS zahteva visok kvalitet izrade, naročito kliznih površina po kojima se vrši kretanje klipnog sklopa i površina koje služe kao baza za ugradnju u blok motora SUS.

U pogledu konstrukcije cilindarske košuljice imaju ugrađen određen stepen standardizacije površina u pogledu oblika, kvaliteta, odnosa površina i dr. Najviše konstruktivne sličnosti imaju cilindarske košuljice koje se ugrađuju u motore istih proizvođača i koje koriste istu vrstu pogonskog goriva.

Osnovna podela cilindarskih košuljica u posmatranom proizvodnom sistemu obuhvata:

- Suve cilindarske košuljice, i
- Mokre cilindarske košuljice.

Dalja sistematizacija cilindarskih košuljica je vezana za konstrukciono-tehnološke parametre i o njoj će biti reči u sledećem poglavlju.

3.0. Podloge za geometrijsko i tehnološko prepoznavanja cilindarskih košuljica

Da bi se uspešno razvio jedan varijantni CAPP sistem, čiji je osnovni cilj automatizacija projektovanja tehnoloških procesa koja se zasniva na primeni principa grupne i tipske tehnologije, potrebno je izvršiti dve radne etape: pripremnu etapu i etapu primene [4].

Početna faza u pripreмноj etapi razvoja CAPP sistema odnosi se na razvoj sistema geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja proizvoda. Pri razvoju ovog sistema bilo je potrebno izvršiti sledeće faze:

1. Konstruktivno-tehnološku analizu cilindarskih košuljica iz programa proizvodnje,
2. Formiranje sistema označavanja proizvoda i tehnoloških procesa njihove izrade, i
3. Grupisanje cilindarskih košuljica u klase, podklase, grupe i tipove.

U prvoj fazi je izvršena analiza cilindarskih košuljica iz proizvodnog programa posmatranog proizvodnog sistema sa stanovišta konstrukcijskih i tehnoloških karakteristika kao i analiza količinskog udela pojedinih košuljica u određenom vremenskom periodu.

U drugoj fazi je izvršena sistematizacija svih geometrijskih i tehnoloških karakteristika koji utiču na sistem označavanja, vodeći računa da on bude jednoznačno određen i da obuhvata što je moguće veći broj karakteristika posmatranih cilindarskih košuljica.

Osnovne karakteristike koje je ovaj sistem označavanja obuhvatio su:

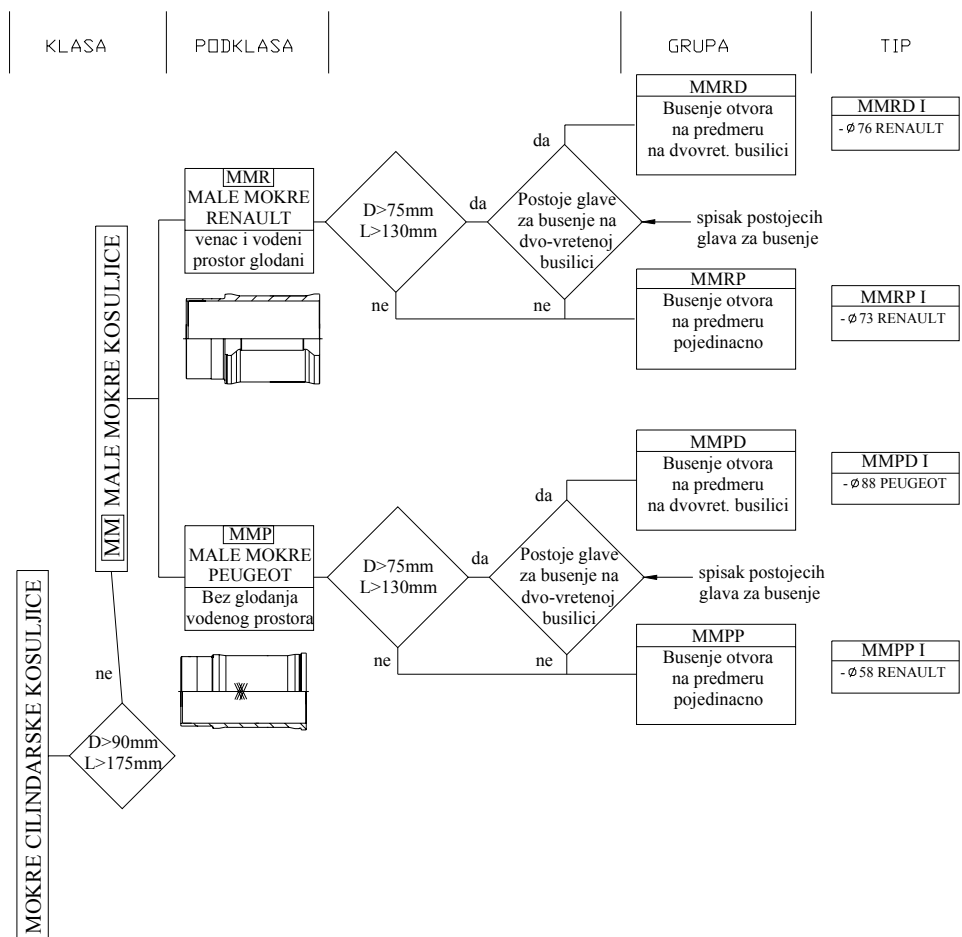
- Opšti geometrijski oblik,
- Interval osnovnih dimanzija,
- Karakteristike osnovnih površina za obradu,
- Vrsta, oblik i stanje pripremake,
- Kvalitet i tačnost obrade,
- Vrsta termičke obrade i površinske zaštite, i
- Postojeći tehnološki procesi obrade.

Na bazi ovih karakteristika može se zaključiti da:

- Cilindarske košuljice spadaju u proizvode rotaciono-cilindričnog oblika.
- Osnovne dimenzije, prečnici spoljašnjeg i unutrašnjeg cilindra i dužina košuljica se kreću u relativno širokom dijapazonu mera, što uslovljava primenu različitih tehnoloških sistema za slične operacije obrade.
- Osnovne površine za obradu su, kao što je napomenuto rotaciono-cilindričnog oblika.
- Kao pripremake za izradu cilindarskih košuljica koristi se odlivak od sivog liva, liven tehnologijom centrifugalnog livenja. Ovi odlivci su grupisani u jedanaest tipova, u zavisnosti od oblika i dimenzija pripremake. Koriste se tri vrste materijala od sivog liva internih oznaka SSL-1, SSL-2 i SSL-3, koji su sličnog hemijskog sastava, što uglavnom ne utiče na izbor tehnološkog sistema već samo na izbor režima obrade.
- Kvalitet obrade je bio uticajan kriterijum za grupisanje košuljica. Kao primer navodi se unutrašnja cilindarska površina, koja je kod nekih košuljica obrađena na tačnu meru a kod nekih je ostavljen dodatak za obradu koji se obrađuje nakon ugradnje košuljice u blok motora.
- Termička i površinska obrada je kao kriterijum za tehnološko prepoznavanje kod određivanja redosleda izvođenja operacija obrade.
- Postojeći tehnološki procesi obrade utiču pre svega na formiranje grupa i tipova cilindarskih košuljica.

Na bazi razmatranih karakteristika razvijen je interni sistem označavanja koji u sebi sadrži elemente geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja.

U trećoj fazi, primenom razvijenog sistema označavanja, cilindarske košuljice su klasifikovane u određene klase, podklase, grupe i tipove, čime su stvorene podloge za sistem geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja cilindarskih košuljica. Na slici 1. je dat deo sistema geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja mokrih cilindarskih košuljica iz proizvodnog programa posmatranog proizvodnog sistema.

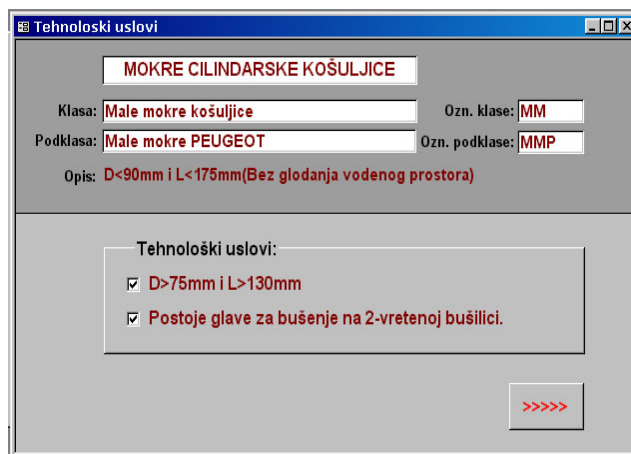
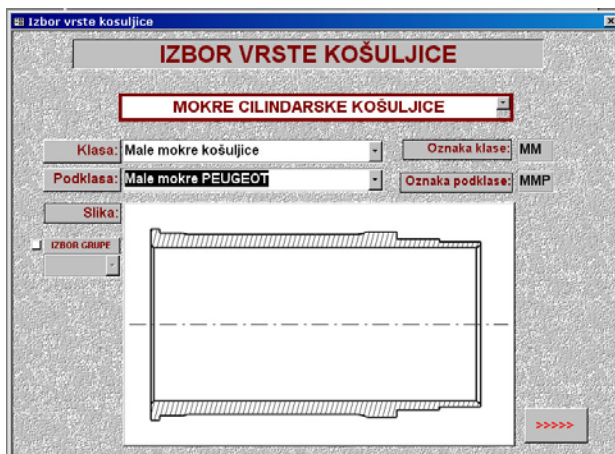


Slika 1. Izvod iz sistema geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja mokrih cilindarskih košuljica

Razvijeni sistema prepoznavanja čini ulaz u drugu fazu u pripremljenoj etapi koja se bazira na projektovanju tehnoloških procesa obrade na osnovama tipske i grupne tehnologije. Oni se unose u određene obrasce koji su pogodni za računarsku obradu i smeštaju u memoriju računara shodno razvijenom sistemu prepoznavanja. Posle završetka pripremljene etape sistem je spreman za etapu primene.

4.0. Prikaz razvijenog sistema geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja proizvoda

Usvajeni sistem geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja cilindarskih košuljica čini osnovu za razvoj CAPP sistema na osnovu kojeg je omogućeno pretraživanje baze podataka proizvoda i projektovanih tehnoloških procesa njihove izrade. Programsko rešenje sistema je realizovano kombinacijom Pro/ENGINEER-a i Microsoft Access-a uz upotrebu VBA programskog okruženja. Na slici 2. je prikazan jedan segment iz ovog programskog rešenja.



Slika 2. Izvod iz programskog rešenja sistema prepoznavanja cilindarskih košuljica

Prepoznavanjem tipske košuljice na bazi ovog sistema rešava se osnovni zadatak izbora odgovarajućeg tipskog tehnološkog procesa obrade.

5.0. Zaključak

Proizvodni sistem koji želi da egzistira na proizvodnom tržištu mora da poseduje visok stepen automatizacije svih aktivnosti unutar sistema. Da bi se uspešno izvršilo unapređenje i racionalizacija sistema tehničke pripreme proizvodnje potrebno je razviti CAD/CAPP/CAM sistem koji će omogućiti određen nivo automatizacije poslova, što će bitno uticati na kvalitet rada ovog dela proizvodnog sistema. Primena koncepta tipske i grupne tehnologije čija je osnova razvoj geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja proizvoda, obezbeđuje podloge za razvoj CAD/CAPP/CAM sistema uz značajno povećanje izlaznih efekata.

6.0. Literatura

- [1] Mitrofanov, P., S.: *Naučnaja organizacija mašinstroiteljnova proizvodstva*, Mašinstroenije, Lenjingrad, 1976.
- [2] Todić, V., Milošević, M., Lukić, D.: *Model programskog rešenja za automatizaciju projektovanja tehnoloških procesa izrade košuljica cilindra*, 5. Međunarodno savetovanje o dostignućima elektro i mašinske industrije-DEMI, Banja Luka, 2002.
- [3] Todić, V., Sovilj, B., Lukić, D., Milošević, M.: *Contribution to the automation of process planning on the AFMs*, Asociacion of Machine Tools and Tools, Chamber of Commerce Trenčin, Trenčin, 2000.
- [4] Manić, M.: *Ekspertni sistem za projektovanje tehnoloških procesa pri rezanju u obradi rotacionih delova*, doktorska disertacija, Niš, 1995.

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM FOR GEOMETRICAL I TECHNOLOGICAL PRODUCT RECOGNITION WITHIN THE CAD/CAPP/CAM PROGRAM SYSTEM FOR SOME ELEMENTS OF IC ENGINE

Abstract: *Within the production system of AD MOTINS Company, with the production program that comprises elements of the piston-cylinder assembly of an IC engine, in order to respond to the market requirements, came out the need for the improvement of the system for the technical preparation of production. To improve and rationalize the technical preparation process, it is (necessary) to develop a CAD/CAPP/CAM system for parts from the piston-cylinder assembly of the IC engine. In the frame of this program system, one of the most important issues is related to development of the system for geometrical and technological recognition of the IC engine parts, and it is the base subject of this paper.*

Petrović Z., Stupar S., A. Simonović, P. Todorović¹

VENTILATORSKO KOLO RASHLADNE KULE -primena novih tehnologija-

uvod

Proces hladjenja koje vrši rashladni uredaj znatno se pospešuje pri povećanju cirkulacije vazduha preko izmenjivača toplote. Ventilatorsko kolo vrši povećanje cirkulacije ostvarivanjem strujanja vazduha kroz kolo i njegovim usmeravanjem ka izmenjivaču toplote.

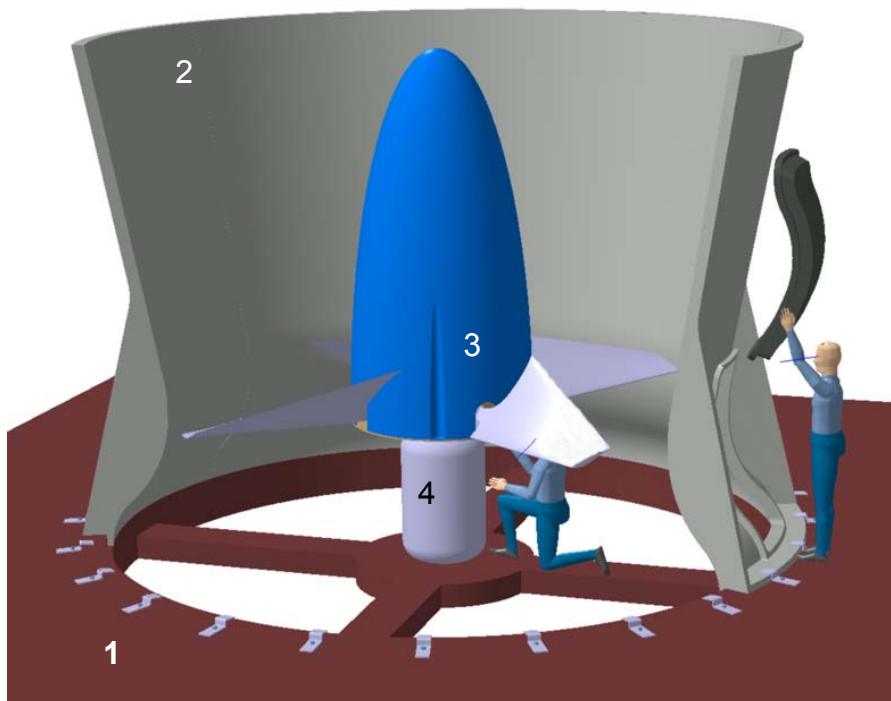
U cilju usavršavanja postojećih rešenja odlučeno je da materijali od kojih su izradjene komponente rashladne kule budu kompoziti te da se iskoriste sve prednosti modernih računarskih programa radi dizajniranja ventilatorskog kola i analize delova konstrukcije i strujanja. Prilikom realizacije ovog projekta koristili su se savremeni softverski paketi CATIA V5, PATRAN/NASTRAN za dizajniranje i za proračun.

Ovo ventilatorsko kolo je predviđeno za rashladne kule u sklopu postrojenja NIS Pančeva.

opis konstrukcije

Osnovu konstrukcije ventilatorskog kola čine (slika 1.):

1. betonska osnova
2. difuzor
3. rotor ventilatora
4. elektro-motor

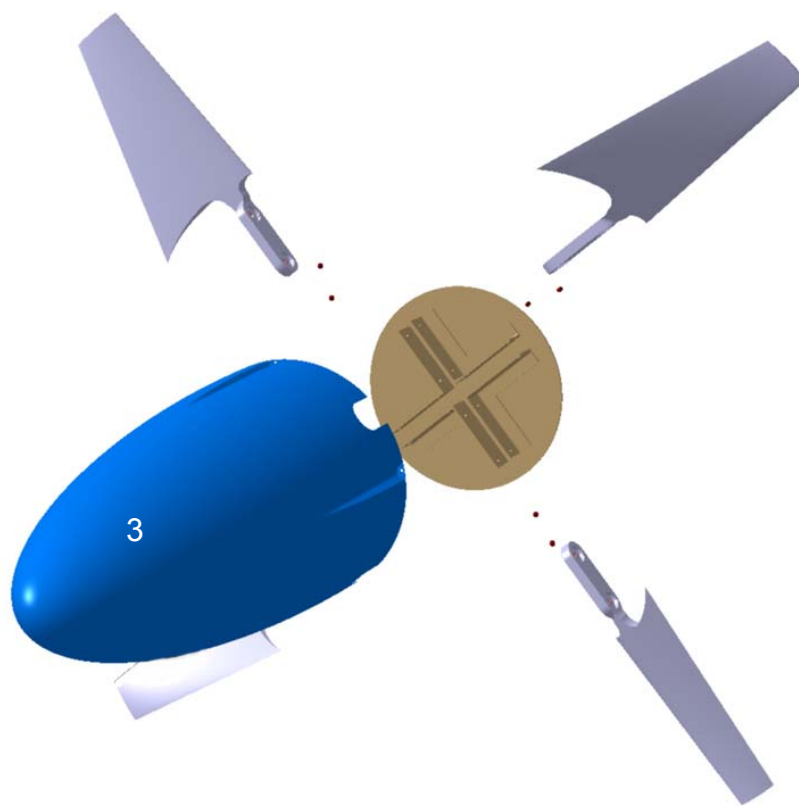


Slika 1.

¹ Autori:

prof. dr. Petrović Zlatko dipl. ing., Mašinski fakultet Beograd
prof. dr. Stupar Slobodan dipl. ing., Mašinski fakultet Beograd
asis.prip. Aleksandar Simonović, dipl. ing., Mašinski fakultet Beograd
saradnik Predrag Todorović, dipl. ing., Mašinski fakultet Beograd

Betonska ploča predstavlja betonsku osnovu na visini od 12m iznad raspršivača vode i "kade". Namenjena je za oslanjanje difuzora, elektromotora i rotora ventilatora. Difuzor je deo konstrukcije koji je namenjen da obezbedi pravilno strujno polje za optimalan rad ventilatora. Izradjen je od segmenata napravljenih od kompozitnog materijala. Optimalni oblik je dobijen na osnovu proračuna, a dizajn je uradjen uz pomoć softverskog paketa CATIA V5.



Slika 2.

Rotor ventilatora je namenjen da obezbedi strujanje vazduha za hladjenje. Sastoji se od sledećih delova (slika 2.):

1. osnovne noseće ploče
2. lopatice rotora
3. aerodinamičke kape

Predvidjen je za dva režima rada:

- letnji
- zimski

Lopatice rotora su izradjene od kompozitnog materijala i predstavljaju znatno poboljšanje po pitanju efikasnosti u odnosu na dosadašnja konstruktivna rešenja. Aerodinamička kapa uklanja efekte turbulentog strujanja koje bi se javilo iza osnovne noseće ploče. Takodje je izradjena od kompozitnih materijala.

primenjene nove tehnologije

Novе tehnologije koje su korišćene za optimiziranje konstrukcije se ogledaju u širokoj primeni savremenih kompozitnih materijala i u iskorišćavanju prednosti koje pružaju novi računarski paketi za projektovanje.

Kao osnovni materijal za izradu najvećeg broja delova izabran je kompozitni materijal. Kompozitni materijali u odnosu na klasične pruža u ovom slučaju sledeće prednosti:

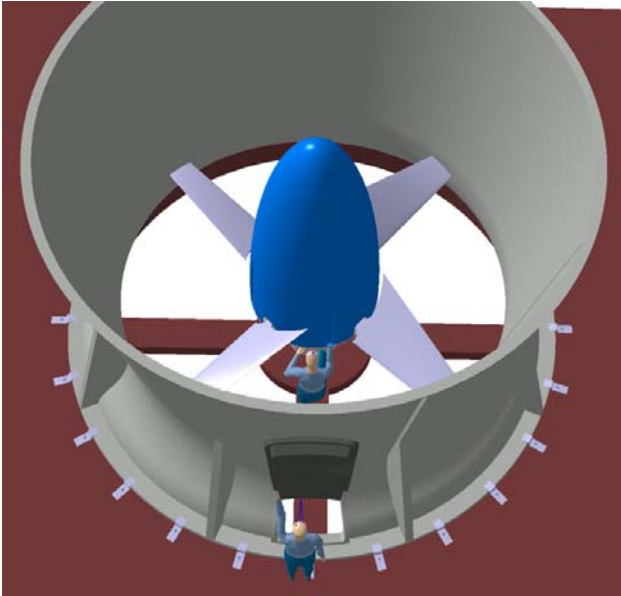
- veći odnos krutost-masa
- gotovo nikakvo održavanje u toku upotrebe
- otpornost prema agresivnoj sredini
- jednostavna i brža izrada
- ekonomski je isplativije
- pogodnije za pojedinačnu proizvodnju
- u slučaju eventualnih oštećenja lakša i jeftinija zamena ili popravka

Difuzor je takodje izradjen od kompozitnih materijala i to iz segmenata što omogućuje:

- tačniji oblik samog difuzora
- ekonomičniju proizvodnju
- olakšanu i jeftiniju montažu
- olakšan i jeftiniji transport
- elementi vezivanja i ukrućenja segmenata postaju elementi ukrućenja difuzora u sklopu
- oštećenje na pojedinom delu difuzora ne zahteva celu njegovu zamenu već samo segmenta

Kompletni 'virtuelni model' postrojenja je napravljen primenom najnovije verzije softverskog paketa CATIA V5 uz čiju pomoć smo bili u stanju da analiziramo i proverimo konstrukciju na eventualne greške bez utrošaka resursa i izrade realnih delova konstrukcije.

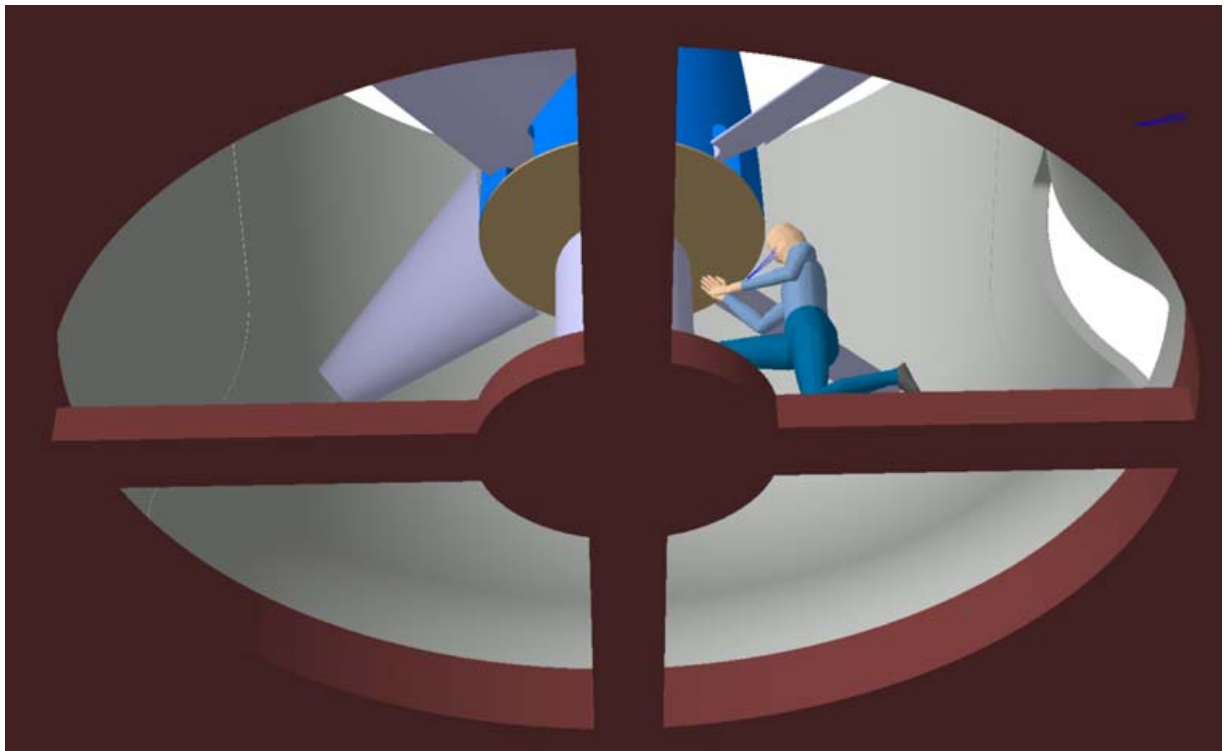
Najnoviji moduli ovog softvera su nam omogućili da izvršimo i animaciju neophodnih procesa pri montaži i održavanju konstrukcije. Ovo nam pomaže da odredimo postupke potrebne za izvršenje ovih postupaka kao i da vidimo da li ih je moguće izvesti u takvom okruženju i za koje vreme, odnosno da po svim ergonomskim propisima proverimo kretanje i radne mogućnosti radnika u ovom postrojenju (slika 3., 4., 5.).



Slika 3.



Slika 5.



Slika 4.

zaključak

Primena novih tehnologija i u ovom slučaju donosi sa sobom puno prednosti u odnosu na 'klasična rešenja'. Ovakvim pristupom projektovanju i proizvodnji se drastično smanjuju troškovi i omogućuju nova konstrukciona rešenja koja poboljšavaju funkcije ventilatorskog kola.

Smanjenje troškova se vrši kroz sve faze životnog ciklusa ventilatorskog kola. Jeftinije je projektovanje, analiza, proizvodnja, transport, montaža pa i samo održavanje i to kako zbog smanjivanja vremena potrebnih za izvršenje navedenih procesa tako i zbog njihove manje kompleksnosti.

Nova konstrukciona rešenja se omogućuju primenom kompozitnih materijala dok se njihova provera vrši softverskim paketima. Nova konstrukciona rešenja povećavaju cirkulaciju vazduha i efikasnost ventilatorskog kola i to kako zbog smanjenja mase tako i zbog omogućavanja primene šireg opsega modernih aeroprofila i postizanja preciznijeg oblika.

Posebna pogodnost vezana za ekologiju je smanjenje nivoa buke odnosno smanjenje zvučnog "zagadjenja" životne sredine.

abstract:

Cooling process conducted by cooling device is much better if the circulation over heat exchanger is increased. Ventilating circuit function is to enlarge that circulation by directing air flow toward heat exchanger.

In order to improve present solutions it is decided to make components of the ventilating circuit of modern composites materials and to use benefits of new software packages to design and analyze components and air flow. Latest versions of CATIA V5, and PATRAN/NASTRAN was used for design and analyses.

This ventilating circuit is designed to replace existing at cooling towers in NIS Pancevo facilities.

reference:

- [1] Projektovanje primenom računara,
Univerzitet u Beogradu 1996. Z. Petrović, S. Stupar
- [2] Softver za proračun aerodinamičkih karakteristika rotora vetrogeneratora- izveštaj
Mašinski fakultet Beograd 2002. Z. Petrović, S. Stupar, A.Simonović
- [3] Manual CATIA V5R7
- [4] Manual Patran/Nastran
- [5] Ventilatorsko kolo rashladne kule-izveštaj
Mašinski fakultet Beograd, 2002. A.Simonović, P.Todorović, S.Stupar, Z.Petrović



Nikola Radinović¹

PRILOG PRORAČUNU STRUKTURE KABINSKOG DELA TRUPA AVIONA UTVA-96

Rezime: Radjen je proračun za maksimalno opterećenje, slučaj preturanja aviona (udesnog sletanja), koje struktura mora da izdrži po propisima Far-23. Rezultati MKE u odnosu na klasičan proračun prelaze na stranu sigurnosti i govore da je struktura sa manjim pomeranjima i čvršća za 20-tak %. Ipak treba napomenuti da je proračun radjen linearnom analizom što zači da se delovi strukture opterećeni naponima većim od granice plastične deformacije, smatraju čvršćim nego što jesu.

1. Uvod

Statička proba aviona Utva-75 pokazala je da se gornji deo strukture kabinskog dela trupa iznad glavnih kabinskih uzdužnika u izvesnoj meri uključuje u prenošenje globalnog opterećenja. Ova činjenica je uzeta u obzir prilikom reprojekovanja aviona Utva-75 dvosed u Utva-96 četvorosed. Rekonstrukcija je vršena uz primenu odgovarajućih propisa Far-23. Osnovne karakteristike ove rekonstrukcije su :

- izvesno ojačenje gornjeg dela strukture kabinskog dela trupa; koje treba izvesti tako da se uklopi u postojeći geometrijski oblik trupa ,
- bolje povezivanje gornjeg i naročito donjeg dela strukture kabinskog dela trupa preko glavnih kabinskih uzdužnika.

Navedena ojačnja su neophodna pošto je prilikom projektovanja uklonjen i delomično nadoknaden deo strukture okvira br.4. Ovakav zahvat je morao da se izvede da bi se dobio komotniji prostor za putnike.

Prilikom provere statičke čvrstoće rekonstruisane strukture korišćeni su :

- metod konačnih elemenata zajedno sa programskim paketom I-deas
- motod proračuna klasičnim inženjerskim postupkom .

U ovom radu prikazan je postupak proračuna metodom konačnih elemenata, a dobijeni rezultati su naravno poredjeni sa rezultatima dobijenim klasičnim inženjerskim postupkom. Za merodavno opterećenje izabran je slučaj preturanja aviona (udesno sletanje) pošto se smatra da je tom prilikom ovaj deo strukture aviona maksimalno opterećen.

2. Opšta Razmatranja

Na slici su prikazani sledeći elementi strukture :

(pozicija 1) UPORNICA:

Ø32 x 1.6 mm

(pozicija 2) OKVIR BR. 3: Ojačanje okvira :

- (približna proračunska debljina se uzima zbog razlike modela i realne strukture). Debljina zida koji je $\delta = 1.4$ mm sa 12 otvora zamenjen je modelom bez otvora manje debljine zida

dobijene na sledeći način:

$$\delta_{ekv} = \frac{V_{rea\ ln\ o}}{P_{bez\ otvora}} = 1.229 \text{ mm}$$

- debljina gornjeg i donjeg pojasa profila $\delta = 1.4$ mm

Lim okvira br.3 debljina zida, gornjeg i donjeg pojasa profila $\delta = 1.4$ mm

Ojačanje okvira br.3 (Z profil) debljina zida, donjeg i gornjeg pojasa profila $\delta = 2$ mm

Veza upornice za okvir br. 3 : debljina zida i gornjeg pojasa profila $\delta = 1.5$ mm

(pozicija 3) OKVIR BR. 5: Ojačanje okvira br. 5 (Z profil):

- kao OKVIR BR.3; $\delta = 1$ mm debljine zida, dobija se $\delta_{ekv} = 0.8787$ mm

- debljina gornjeg i donjeg pojasa profila $\delta = 1$ mm

Segment okvira br.5 debljina zida, gornjeg i donjeg pojasa profila $\delta = 0.8$ mm

Dijafragma okvira br.5 (U profil) (realno modelirana sa otvorima) :

- debljina zida profila, gornjeg i donjeg pojasa profila $\delta = 1$ mm

(pozicija 4) OKVIR BR. 6 (Lim) : debljina zida, gornjeg i donjeg pojasa profila $\delta = 1$ mm

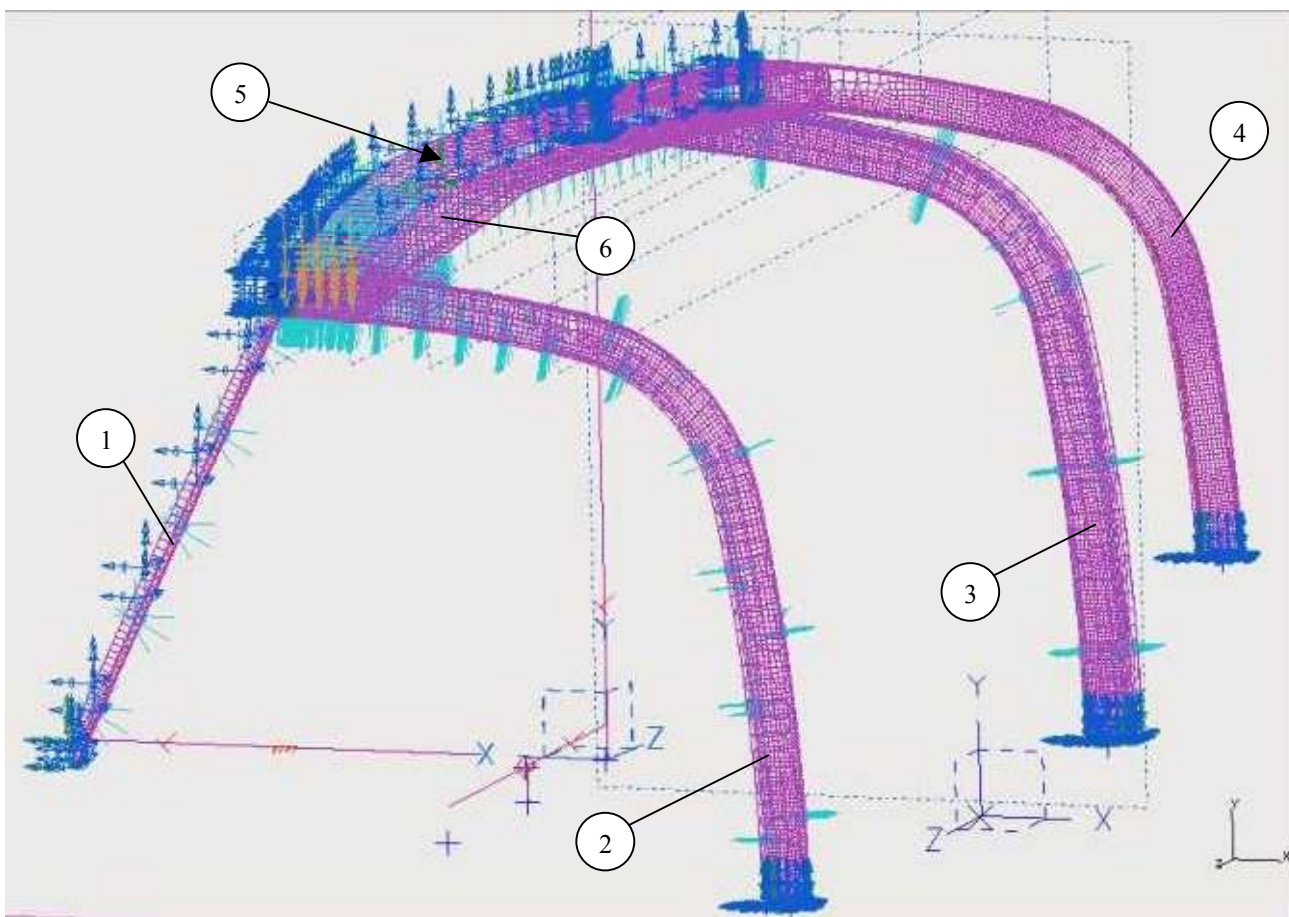
(pozicija 5) OPLATA NA BALDAHINU : gornja oplata $\delta = 0.6$ mm donja oplata $\delta = 0.5$ mm

(pozicija 6) REBRO BALDAHINA : - debljina svih zidova je ista $\delta = 1$ mm

¹ dipl.ing. Nikola Radinović,

FA“Lola-UTVA” Pančevo, tel:013/310-655 ,

rnikola@EUnet.yu



SLIKA 1. Model sa mrežom gde su prikazani SHELL elementi , čvorovi , debljine SHELL elemenata, sile i sprečena pomeranja. Dat je 3D prikaz. (I Varijanta oslanjanja).

Razmatrani deo strukture čini sistem međusobom ukrštenih i delimično pravih greda, oslonjenih na ostatak strukture. Oslonci se nalaze na mestima gde se povezuju sa ostalom strukturom .

U statičkom proračunu strukture radjenim klasičnom metodom prikazanim [1] radjeni su proračuni za različite tipove oslanjanja uprošćenih tipova greda. U ovom prilogu proračuna zadržan je isti princip, a proračun klasičnom metodom zamenjen proračunom MKE. Napravljene su dve varijante proračuna koje se razlikuju samo po načinu oslanjanja :

- svi oslonci su uklješteni (I varijanta)
- oslonac upornice je uklješten, a ostali su zamenjeni osloncima sa sprečenim pomeranja x,y,z i dozvoljenom rotacijom oko x-ose (II varijanta).

3. Upotrebljeni Materijali

Materijali koji se koriste za strukturu su duraluminijum i čelik (samo za upornicu). Materijal je izotropan u svim pravcima.

4. Provera Čvrstoće Strukture Metodom Konačnih Elemenata

Algoritamski koncept MKE :

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 diskretizacija kontinuma | 4 formiranje jednačina za mrežu KE |
| 2 izbor interpolacionih funkcija | 5 rešavanje sistema jednačina |
| 3 sračunavanje karakteristika elemenata | 6 proračun potrebnih uticaja |

Prva tri koraka su naročito važna. Poslednja tri koraka (4,5,6), kako su za praktične proračune od velikog značaja, danas spadaju u okvire rutinskog posla, koji je prilagodjen automatskom radu kompjutera.[2]

Način diskretizacije obuhvata izbor oblika elemenata kao i ukupnog broja elemenata, koji zavise od prirode problema koji se rešava i potrebe tačnosti traženog rešenja. Pored broja i oblika elemenata važan je izbor interpolacionih funkcija. Pomoću interpolacionih funkcija se definiše polje promenljivih u svakom elementu, od njihovog izbora neposredno zavisi i kontinuitet na granicama izmedju pojedinih elemenata, a samim tim i tačnost aproksimacije.[2]

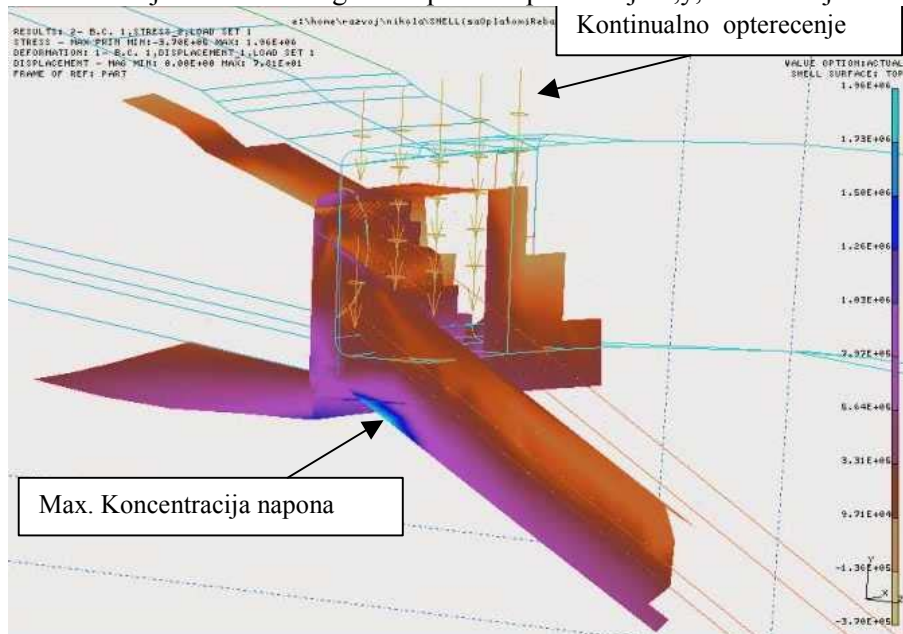
Da bi se proračun uprostito, iskorišćena je simetričnost strukture. Napravljen je presek kroz ravan simetrije aviona i po svim čvorovima koji se nalaze u toj ravni sprečene su rotacije oko X-ose i Z-ose i sprečena pomeranja duž Y-ose. Ovim postupkom je dobijen približno duplo manji broj konačnih elemenata.

Model je pravljen po matematički konstruisanim krivama kojima su opisani delovi strukture aviona. MKE model nije apsolutno veran realnom modelu, jer nisu modelirani svi elementi strukture. Veze elemenata u MKE modelu su zamenjene, umesto vijčanih (kontaktnih spojeva) korišćene su kontinualne veze. Jedna od grešaka na modelu je što je debljina SHELL elemenata usmerena od srednje ravni lima za polovinu debljine lima na spolja. Time je dobijen neznatno promenjen model u odnosu na realni.

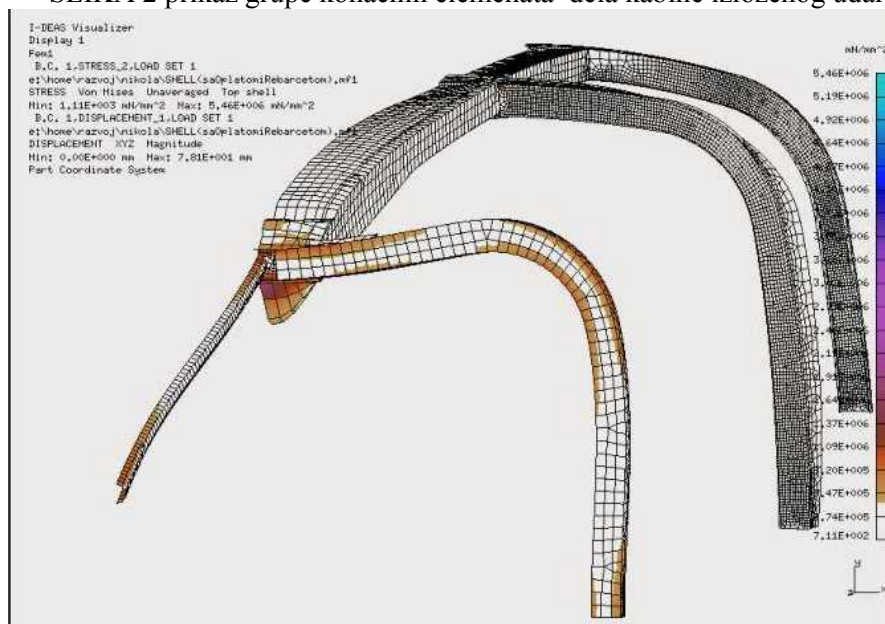
Za pravljenje modela konačnih elemenata tipa SHELL, potrebno je izmodelirati površine koje definišu srednje ravni savijenih limova, spojiti delove strukture (koje su predstavljene u ovom slučaju površinama) u jedan PART. Zatim se bira tip analize koju koristimo, za ovaj proračun korišćena je linearna analiza P-metodom.

Tip konačnih elemenata koji se koristio u ovom proračunu je četorougaooni SHELL konačni element sa četiri čvora, s tim što je dopušteno automatsko korišćenje trougaonih elemenata na mestima gde bi oni uprostiti mrežu. Početna vrednost stranice SHELL elementa je 127 mm i pri tome je dobijeno oko 11000 konačnih elemenata.

U prvoj varijanti svi oslonci su uklješteni, dok u drugoj varijanti samo je upornica ostala uklještena, a ostali oslonci su zamenjeni osloncima gde su sprečena pomeranja x,y,z i dozvoljena rotacija oko x-ose.



SLIKA 2 prikaz grupe konačnih elemenata dela kabine izloženog udaru



SLIKA 3 Deformisana struktura sa naponima koji prelaze $4.5 \cdot 10^5$ mN/mm²

Udarno opterećenje je po analizi prikazanoj u [1] zamenjeno ekvivalentnim proračunom dobijenim statičkim opterećenjima. Mesto udarnog opterećenja je predviđeno da bude tačka spoja grede baldahina upornice i okvira br.3. Za proračun MKE za mesto udara je uzeto isto to mesto s tim što su sile rasporedjene kontinualno u ravni površine lima okvira br. 3 (slika 2) u širini od 50 mm od ravni simetrije aviona. Sile su usmerene u negativnom smeru Z-ose.

Merodavno opterećenje je kako je već rečeno definisano u [1] i iznosi $F=3000$ [daN]

Napadna tačka ove sile je na spoju grede baldahina i upornice i okvira 3. U proračunu klasičnom metodom u [1] ova sila je uvedena tako da deluje u tački, dok u proračunu MKE merodavna sila je uvedena na delu površi strukture kao kontinualno rasporedjeno opterećenje. Intenzitet ovog opterećenja se automatski određuje u programskom paketu .

Konkretne vrednosti dobijene proračunom date su klasifikovane po varijantama oslanjanja za celokupnu analiziranu strukturu i po sledećem redosledu:

I VARIJANTA OSLANJANJA			
Von Mises-ovi naponi [mN/mm ²]		Magnitudna pomeranja [mm]	
Min	Max	Min	Max
<i>Za celu strukturu</i>			
7.17*10 ²	2.16*10 ⁶	0	78.1
<i>Grupa konačnih elemenata dela kabine izloženog udaru (Slika.4)</i>			
4.82*10 ⁵	5.46*10 ⁶	51.6	74.2
<i>Gornji pojas O3 (SAM VRH)</i>			
1.05*10 ⁶	1.48*10 ⁶	54	54.3
<i>Donji pojas O3</i>			
7.5*10 ⁵	1.18*10 ⁶	52.9	53.4
<i>Gornji pojas O5</i>			
2.23*10 ⁴	2.21*10 ⁵	25.9	26.4
<i>Donji pojas O5</i>			
1.09*10 ⁵	2.16*10 ⁵	27.8	29.5

II VARIJANTA OSLANJANJA			
Von Mises-ovi naponi [mN/mm ²]		Magnitudna pomeranja [mm]	
Min	Max	Min	Max
<i>Za celu strukturu</i>			
1.93*10 ³	2.57*10 ⁶	0	91.9
<i>Gornji pojas O3 (SAM VRH)</i>			
1.13*10 ⁶	1.6*10 ⁶	64.8	65.2
<i>Donji pojas O3</i>			
8.19*10 ⁵	1.29*10 ⁶	63.4	64
<i>Gornji pojas O5</i>			
2.74*10 ⁴	2.35*10 ⁵	32.4	33
<i>Donji pojas O5</i>			
4.87*10 ⁴	2.02*10 ⁵	34.4	34.6

5. Zaključak

Poredjenje rezultata dobijenih MKE i vrednosti dobijenih u [1] daje sledeća pomeranja strukture po vertikalnom pravcu, pravcu Z-ose :

- pomeranja strukture dobijena klasičnim postupkom su 10 cm
- pomeranja strukture dobijena MKE su 7.8 cm

Rezultati MKE prelaze na stranu sigurnosti i govore da je struktura sa manjim pomeranjima čvršća za 20-tak % (što ide na stranu sigurnosti). Ipak treba napomenuti da je proračun radjen linearnom analizom što zači da se delovi strukture opterećeni naponima većim od granice plastične deformacije, smatraju čvršćim nego što jesu.

U daljim ispitivanjima ove strukture u cilju preciznijeg određivanja MKE naponske slike, trebalo bi uzeti u obzir plastičnost materijala. U slučaju nemogućnosti korišćenja isključivo linearne analize, jedna od aproksimacija bi bila sledeća: u zonama gde se javljaju vrednosti oko i preko granice plastičnosti, a to su male zone, treba 'oslabiti' materijal i preneti opterećenje na veći broj elemenata.

6. Literatura

- [1] Bogdanović B., "Delimični proračun čvrstoće strukture aviona U-96 na osnovu preliminarnih opterećenja"
- [2] Sekulović M., "Metod Konačnih Elemenata"
- [3] Help programskog paketa I-deas

ENCLOSURE TO STRUCTURE CALCULATION OF CABIN PART OF FUSELAGE OF UTVA-96

Abstract: Calculation is made for max. load , for the case of owerturn (crash landing), witch structure have to stand consider to Far-23. Results of FEA in comparison to clasical calculation are on the side of the safety and structure have lower displacement and strenght is 20 % grater. It have to be underline the fact that is calculated with linear analisis, that include material witch is stroger above elastic strenght then real material.



S. Šaletić¹, R. Gatalo², M. Zeljković³, R. Vukasović⁴

KONCEPCIJA INTEGRALNOG SISTEMA ZA REINŽINJERING SLOŽENIH GEOMETRIJSKIH OBLIKA

Rezime:

Sa aspekta savremene mašingradnje, za proizvodnju je neophodno obezbijediti CAD model. Što je oblik dijela složeniji, kreiranje CAD modela predstavlja veći izazov, ili je, u nekim slučajevima, čak i nemoguće. U takvim slučajevima koriste se sistemi koji omogućavaju kreiranje računarskog modela proizvoda na osnovu njegovog fizičkog modela - sistemi za reinžinjeriing.

U ovom radu se daje koncepcija integralnog sistema za reinžinjeriing složenih geometrijskih oblika, koja bazira na originalnom sistemu za digitalizaciju, programskom paketu Pro/ENGINEER i obradnom centru ILR HMC 500/40.

Ključne riječi: digitalizacija, rekonstrukcija, reinžinjeriing, računarom integrisana proizvodnja.

1. UVOD

Savremeni razvoj i projektovanje novih proizvoda bazira na primjeni CAD/CAE/CAM tehnologija. Počevši od ideje, preko idejnog i detaljnog projekta, projektovanja tehnološkog procesa obrade (TPO) i montaže, projektant realizuje viziju proizvoda koji će zadovoljiti potrebe kupaca. Spoljašnji izgled - dizajn proizvoda određuje naklonost kupca prema proizvodu u mjeri od čak 75 do 90 %, zavisno od tipa proizvoda [1]. Imajući to u vidu, za projektanta je posebno značajna faza dizajniranja - geometrijskog modeliranja proizvoda. Naravno, funkcionalnost i pouzdanost u eksploataciji nameću određena ograničenja dizajnu.

Izgled je posebno značajan kod proizvoda široke potrošnje. Proizvod dopadljivog dizajna ima skladne i glatke površine, prijatne za oči. Estetski najkvalitetnija rješenja ne kreiraju inžinjeri, nego umjetnici. Softveri za solid modeliranje daju alternativu za fizičko modeliranje objekta. Ipak, stilistima i vajarima je važan opipljivi fizički model, kojeg u ovom slučaju nema.

I pored visoko razvijenih CAD sistema, ponekad je nemoguće kreirati geometrijski model proizvoda njihovom primjenom. Tada se koriste sistemi koji na osnovu fizičkog modela, kreiranog u modelarskoj glini, plastičnoj masi, ili dobijeni na neki drugi način, posebnim tehnikama i metodama omogućavaju kreiranje računarskog modela proizvoda - sistemi za reinžinjeriing. Integrisanjem takvih sistema sa ostalim podsistemima računarom integrisane proizvodnje moguće je dobiti efikasan sistem za modeliranje, inžinjerske analize, projektovanje TPO i izradu djelova sa veoma složenom geometrijom.

2. DEFINICIJA REINŽINJERINGA

Pod pojmom reinžinjeriing podrazumijeva se proces u okviru kojeg se objektima (mašinskim djelovima) precizno mjere dimenzije (izvodi se njihova prostorna digitalizacija), definišu tolerancije i kreira CAD model radi funkcionalne analize, reprodukcije ili modifikacije postojećeg objekta (mašinskog dijela) za koji ne postoji odgovarajuća konstruktivna ili izradna dokumentacija [2, 3].

Reinžinjeriing je koristan u mnogim situacijama, posebno kada su funkcionalni CAD modeli objekata, koji se moraju reprodukovati ili modifikovati, nedostupni ili nedovoljni. Mnogo mašinskih djelova, koji su danas u upotrebi, kreirano je prije nego su CAD programi bili aktuelni, tako da njihovi računarski modeli ne postoje. Primjena reinžinjeriinga u mašingradnji nije ograničena samo na postupke dobijanja CAD modela djelova koji su u eksploataciji, nego je njegova primjena značajna i u dizajniranju novih proizvoda [4].

¹ mr Simo Šaletić, Mašinski fakultet, Cetinjski put bb, 81000 Podgorica

² Prof. dr Ratko Gatalo, Fakultet tehničkih nauka, Vladimira Perića Valtera 2, 21000 Novi Sad

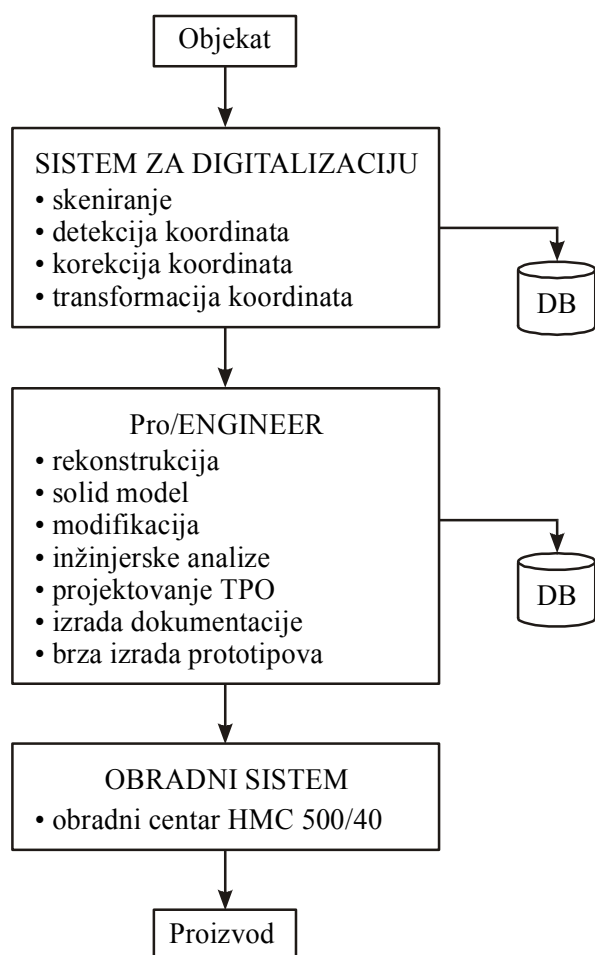
³ Prof. dr Milan Zeljković, Fakultet tehničkih nauka, Vladimira Perića Valtera 2, 21000 Novi Sad

⁴ Prof. dr Radomir Vukasović, Mašinski fakultet, Cetinjski put bb, 81000 Podgorica

3. KONCEPCIJA INTEGRALNOG SISTEMA

Osnovni cilj istraživanja koja su obuhvaćena ovim radom je definisanje koncepcije integralnog sistema za reinženjering složenih geometrijskih oblika, koji bi se sastojao iz sljedećih podsistema [5]:

- originalni sistem za digitalizaciju,
 - sistem za automatizovano projektovanje podržano računarnom - *Pro/ENGINEER*, (sa integrisanim podsistemima za rekonstrukciju, geometrijsko modeliranje, projektovanje TPO, inženjerske analize i razmjenu podataka),
 - obradni sistem za realizaciju izrade - obradni centar ILR HMC500/40.
- Šema koncepcijske konfiguracije sistema prikazana je na slici 1.



Slika 1. Koncepcijska konfiguracija integralnog sistema za reinženjering složenih geometrijskih oblika [5]

3.1. Sistem za digitalizaciju

Na osnovu analize karakteristika i mogućnosti postojećih sistema za digitalizaciju i njihove podobnosti za integraciju u složeniji sistem za automatizovano skeniranje, rekonstrukciju i izradu složenih geometrijskih formi, može se smatrati opravdanom koncepcija sistema za digitalizaciju, koji bi imao sljedeće osobine:

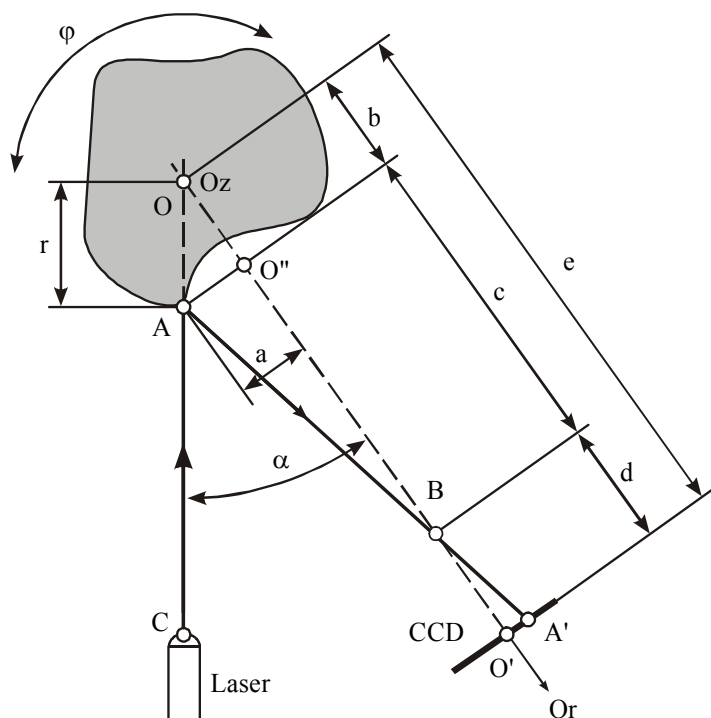
- na osnovu potencijalne grupe radnih komada, njihovih gabarita i mase, potrebno je da sistem ima dovoljno veliki radni prostor da se mogu prihvatiti radni komadi koji se mogu obrađivati na obradnom centru HMC 500/40;
- potrebna tačnost sistema mora odgovarati nivou tačnosti radnih komada, što u našem slučaju mora biti reda veličine 1/100 mm;
- sistem za digitalizaciju mora biti koncipiran tako da se može integrisati sa sistemom za rekonstrukciju i naknadnu izmjenu modela, kao i projektovanje TPO.

Na osnovu navedenih osobina, koncepcijom je predviđeno da sistem za digitalizaciju bazira na principu optičke triangulacije laserskim skeniranjem. Osnovni princip laserskog skeniranja objekta je

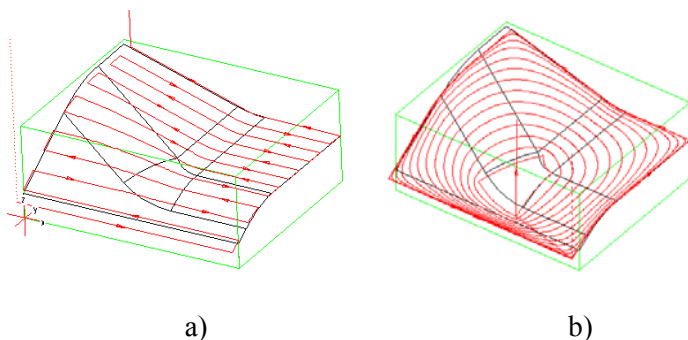
relativno translatorno pomjeranje objekta u odnosu na laser i optički senzor. Za jedan ugaoni položaj objekta napravi se serija snimaka koji formiraju tzv. sliku udaljenosti. Digitalizacija čitavog objekta ostvaruje se snimanjem više slika udaljenosti pri različitim ugaonim položajima objekta u odnosu na laser i kameru. Problem koji se javlja je povezivanje slika udaljenosti u jedan koordinatni sistem. Način da se izbjegne korišćenje slika udaljenosti je da se cijeli objekat skenira odjednom. To je moguće ako se objekat postavi na obrtno postolje, čiji ugao obrtanja može precizno da se kontroliše, i skenira uz promjenu ugla obrtnog postolja. Krive, koje predstavljaju presjek ravni u kojoj se emituje laserska svjetlost i površine objekta, čine sistem na osnovu kojeg se može rekonstruisati čitava površina objekta. Na slici 2 prikazana je konceptualna geometrijska konfiguracija sistema za digitalizaciju laserskim skeniranjem.

Koncepcijom je predviđeno da se za osvjetljavanje koristi laserska dioda *EDMUND SCIENTIFICS K52 - 267* sa generatorom linije 60°, snage emitovanja 2.5 mW na talasnoj dužini 670 nm, u klasi IIa. Akviziciju slike izvodi digitalna CCD kamera *PULNIX TMC 9700* rezolucije 768 x 484 piksela, sa širokougaonim objektivom *SIGMA COMPUTAR G13 - 85*. Za obrtno postolje se koristi obrtni sto

univerzalne glodalice *MZT FGU - 32* sa preciznošću pozicioniranja od 2 ugaona minuta, što je modifikacijom povećano na 6 ugaonih sekundi. Za analizu slike se koristi specijalna računarska aplikacija, koja omogućava detekciju koordinata tačaka sa površine objekta metodom težinskih koeficijenata, njihovu korekciju i transformaciju.



Slika 2. Geometrijska konfiguracija sistema za digitalizaciju laserskim skeniranjem [5]



Slika 3. Sekvence tipa *Conventional Surface* (a) i *Contour Surface* (b) [5]

čiji je grafički prikaz dat na slici 3. Upravljački programi dobijeni u programskom modulu *Pro/MFG* se postprocesiraju prema zahtjevima konkretne upravljačke jedinice mašine alatke.

3.3. Obradni sistem za realizaciju izrade

Horizontalni obradni centar *HMC 500* je CNC mašina sa četiri upravljane ose, horizontalnim vretenom sa konusnim prihvatnikom alata ISO 40 i izmjenjivačem paleta dimenzija 500 x 500 mm. Namijenjen je obradi prizmatičnih radnih komada i drugih predmeta sa složenom geometrijom kod kojih se zahtijeva visoki kvalitet obrađene površine sa uskim tolerancijama mjera i položaja.

Upravljačka jedinica obradnog centra raspolaže mogućnostima komunikacije sa DNC računaru posredstvom RS232 kompatibilnog interfejsa, pa to daje mogućnost povezivanja PC računara i obradnog centra, tj. prenos upravljačkih programa, dobijenih u programskom modulu *Pro/MFG*, na upravljačku jedinicu.

3.2. Sistem za automatizovano projektovanje podržano računaru (Pro/ENGINEER)

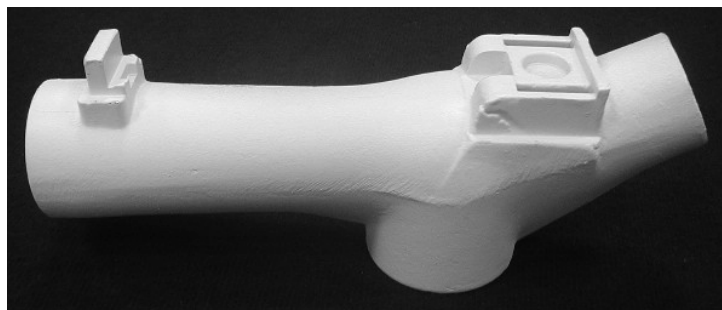
Oblak površinskih tačaka objekta, čiji je format zapisa prilagođen potrebama programskog paketa *Pro/ENGINEER*, se uvozi u programski modul *Pro/SCANTOOLS*, koji omogućava rekonstrukciju objekta u obliku NURBS površina. Programski modul *Pro/SCANTOOLS* omogućava automatsko fitovanje krivih i površina prema ulaznim podacima, dinamičko modifikovanje krivih i površina korišćenjem njihovih kontrolnih poligona (polihedrona), analizu zakrivljenosti, nagiba i odstupanja od referentnih tačaka, itd. Rekonstruisanu površinu je moguće iskoristiti za kreiranje solid modela sa rekonstruisanom površinom kao granicom. Osim toga, i svi ostali moduli programskog paketa *Pro/ENGINEER* mogu da koriste rekonstruisanu površinu kao ulazni podatak, pa i modul za projektovanje TPO rezanjem - *Pro/MFG*.

Pro/MFG je familija opcionih modula za *Pro/ENGINEER*, koja sadrže alate za projektovanje TPO rezanjem pojedinačnih djelova i sklopova i simulaciju procesa obrade na NC mašinama alatkama.

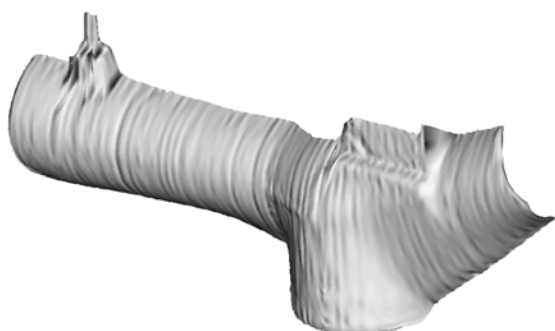
Pri projektovanju TPO rezanjem tehnologu stoji na raspolaganju niz različitih tipova sekvenci (zahvata) obrade: *Volume*, *Conventional Surface*, *Conventional Surface*, *Profile*, *Local Mill*, *Face*, *Trajectory* i *Holemaking*. Za projektovanje TPO rekonstruisanih NURBS površina, može se koristiti više tipova sekvenci, ali se najprirodnijim pokazuje korišćenje sekvenci tipa *Conventional Surface* i *Contour Surface*,

4. VERIFIKACIJA KONCEPCIJE INTEGRALNOG SISTEMA

Radi verifikacije koncepcije integralnog sistema za reinžinjerung izvršena je digitalizacija, rekonstrukcija, projektovanje TPO i izrada odlivka tijela pištolja za istakanje goriva, prikazanog na slici 4. Kako se sa slike 4 vidi, spoljašnja površina je dosta komplikovana. Na njoj egzistiraju cilindrične, konusne i ravne površine, kao i prelazne površine. Sem toga, postoje i složene površine, nastale usljed grešaka u izradi i naknadnoj obradi. Usljed neposjedovanja adekvatnog pribora za stezanje radnog komada nije bilo moguće izvršiti kompletno skeniranje cijele spoljašnje površine, već samo jednog njenog dijela, čiji je rekonstruisani izgled prikazan na slici 5. Poređenjem dimenzija rekonstruisanog modela i originalnog objekta utvrđeno je da su odstupanja manja od 0.415 mm. Za segment rekonstruisane površine je izvršeno projektovanje TPO i realizovana izrada. Dobijeni izradak je prikazan na slici 6.



Slika 4. Odlivak tijela pištolja za istakanje goriva [5]



Slika 5. Rekonstruisana površina tijela pištolja za istakanje goriva [5]



Slika 6. Obradjeni segment površine tijela pištolja za istakanje goriva [5]

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana koncepcija integralnog sistema za reinžinjerung složenih geometrijskih oblika, koji, većim dijelom, bazira na komponentama i mašinskoj opremi koje postoje u realnom okruženju. Kroz prikazani primjer digitalizacije, rekonstrukcije i izrade složenog geometrijskog oblika tijela pištolja za istakanje goriva, može se konstatovati da je predložena koncepcija u potpunosti opravdana, što omogućava integrisanje koncipiranog sistema u FTS višeg nivoa.

LITERATURA

- [1] WOHLER T.: Integration of RP and CAD techniques, Journal of Product and Brand Manufacturing, Vol. 9, No. 1, MCB University Press, 2000.
- [2] CHANESKI W.: Reverse engineering in practice, Modern Machine Shop, Vol. 70, Gardner Publications Inc., 1998.
- [3] THOMPSON W., OWEN C., St. GERMAIN H., STARK S., HENDERSON T.: Feature based reverse engineering of mechanical parts, IEEE Tran. Robotics and Automation, Vol. 15, No. 1, IEEE Publishing Division, 1999.
- [4] VERGEEST J., HORVATH I, KUCZOZI G., OPIYO E., WIEGERS T.: Reverse engineering for shape synthesis in industrial engineering, 26th International Conference on Computers in Industrial Engineering Proceedings, Delft, 1999.
- [5] ŠALETIĆ S.: Razvoj integralnog automatizovanog sistema za reinžinjerung složenih geometrijskih oblika primjenom tehnike 3D laserskog skeniranja, magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2003.

Abstract

Concerning modern aspects of manufacturing, CAD model is necessary for production. When part has complex geometry it is hard to create suitable CAD model, or it is even impossible. In that cases the systems that enable generating of product computer model from its physical model - reverse engineering systems are used.

In this paper the concept of integrated system for reverse engineering of complex geometric shapes, based on original digitization system, software code Pro/ENGINEER and machining center ILR HMC 500/40 is given.

Keywords: digitization, reconstruction, reengineering, computer integrated manufacturing.



Dobriša Škatarić, ...¹

TOLERANCIJA OŠTEĆENJA I ŠIRENJE NAPRSLINE NA PRIMARNOJ STRUKTURI LETELICA

Filozofija tolerisanog oštećenja, koja je opšte prihvaćena u vazduhoplovstvu i koja je amandmanima na propise postala obavezujuća za sve, pretpostavlja eksploataciju letelica sa prisutnim oštećenjima kako u sekundarnoj tako i u primarnoj nosećoj strukturi. U radu se ukazuje ne neke probleme pri analizi pojave i širenja naprslina na nosećoj strukturi letelica.

UVOD

Prvi korak u analizi tolerancije oštećenja za noseće strukture letelice je kako odrediti zahtevana svojstva materijala za svaku komponentu strukture. Uradjena su obimna i opsežna istraživanja radi određivanja potrebnih svojstava materijala koja uključuju podatke o materijalu sakupljene od strane poznatih svetskih vazduhoplovnih kompanija (Boeing, Airbus, Cessna, ...) i podataka iz kataloga.

Za rast prskotine i drugu analizu otpornosti, bitno je nekoliko svojstava materijala kao što su: granica tečenja, kritično opterećenje na zatezanje, modul elastičnosti, lomna žilavost, prag žilavosti, ΔK_{th} , granica izdržljivosti na lom, napon u okolini otvora, brzina širenja prskotine da/dN u funkciji ΔK , i Willenborg-Chang granični odnos R .

Izvori podataka koji se koriste i za analizu mogućeg širenja oštećenja usled zamora za krilo aviona ponekad uključuju i nesaglasnost podataka sa cikličnim ispitivanjima celog aviona tj. pojedinačna ispitivanja komponenti korišćena za analizu mogućeg širenja oštećenja usled zamora ponekad nisu u saglasnosti sa rezultatima cikličnog ispitivanja celog aviona.

Širenje oštećenja usled zamora (ŠOZ) u strukturi je okarakterisano istovremenim prisustvom prskotina u strukturi. Prskotine su dovoljne veličine i gustine tako da struktura više ne zadovoljava zahtevanu toleranciju oštećenja. Izvori ŠOZ su oštećenja na više mesta (VMO) i oštećenja u više elemenata (VEO). VMO je okarakterisano istovremenim prisustvom više prskotina usled zamora u jednom istom elementu koje mogu da se sjedine dovodeći do smanjenja očekivane preostale čvrstoće. Slika 1 prikazuje primere VMO, sa istovremenim prisustvom više prskotina usled zamora u sličnim susednim elementima strukture koje karakterišu VEO. Slika 2 prikazuje primer oštećenja u više elemenata.

Moguće širenje oštećenja usled zamora ispitano je za strukturu krila velikog broja modela aviona. Utvrđene su moguće oblasti širenja oštećenja usled zamora i usavršeni su trenutni zahtevi za pregledom za određene ŠOZ lokacije, a takodje su i modifikovane neke već uobičajene lokacije.

KRITIČNA DUŽINA PRSKOTINE I PREOSTALA ČVRSTOĆA

Širenje prskotine u nekom delu povezano je sa istorijom napona u tom elementu, tj. koef. intenziteta napona definisanim kao

$$K = \sigma \sqrt{\pi C B}$$

¹ Prof dr Dobriša Škatarić, Prof dr Ilija Krivošić, Mr Aleksandar Grbović; Mašinski fakultet, Beograd, tel.3370336 e-mail: dskataric@alfa.mas.bg.ac.yu

gde je :

σ = nominalni napon

C = dužina površinske prskotine za jedan nagib prskotine ; i

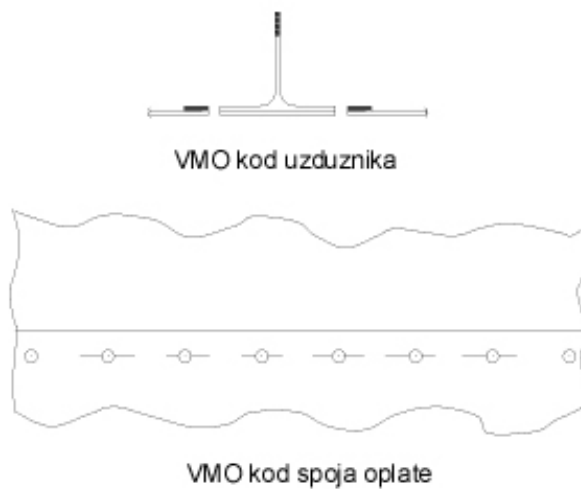
B = faktor zavisan od tipa opterećenja , delimično od geometrije , i oblika prskotine.

Korekcionni faktor intenziteta napona je 1.0 za prskotinu po debljini kod beskonačno široke ploče, ali za sve ostale geometrije je

$$B_T = \prod_{i=m}^n B_i$$

gde je :

B_i = faktor geometrijske korekcije za svako specifično odstupanje od prskotine po debljini u ploči beskonačne širine .



Slika 1. Primeri za VMO



Slika 2. Primeri za VEO

Prelom dela ili sistema delova dešava se kada, usled prisustva prskotine, deo nema više dovoljnu čvrstoću da izdrži delovanje dodatnog opterećenja. Kod neoštećene strukture, preostala čvrstoća poklapa se sa naponom na granici kidanja (σ_m) tog materijala . Kod strukture sa prskotinom, ostatak čvrstoće je manji od σ_m . Opadanje preostale čvrstoće nije linearno sa povećanjem prskotine. Delimičan ili totalan otkaz elementa ne vodi, neophodno, do otkaza aviona čak iako nastupi totalni otkaz samog dela .

Analiza preostale čvrstoće može se koristiti za rešavanje nekog od sledećih problema :

- Određivanje sposobnosti nošenja opterećenja strukture sa prskotinom poznate dužine , ili
- Određivanje kritične dužine prskotine koja odgovara određenoj vrednosti napona (kritično opterećenje ili maksimalni spektar opterećenja)

Opšta jednačina koef. intenziteta napona može se iskoristiti za rešavanje nekog od pomenutih problema:

$$\Delta K = \Delta \sigma \sqrt{\pi C B}$$

Preuredjujući izgled jednačine u

$$\sigma_{crit} = \frac{K_{crit}}{\sqrt{\pi C B_T}}$$

gde je :

K_{crit} = lomna žilavost (K_C ili K_{1C})

C = dužina površinske prskotine

B_T = faktor korekcije usled geometrije

kritični napon σ_{crit} se može izračunati za poznatu dužinu prskotine.

Prikazujući jednačinu kao

$$C_{crit} = \frac{1}{\pi} \left(\frac{K_{crit}}{\sigma_{crit} B_T} \right)^2$$

moguće je izračunati kritičnu dužinu prskotine za kritično opterećenje C_{crit} . Medjutim, kako je B_T funkcija od C , jednačina se rešava iteracijom. Lakše je odrediti σ_{crit} nego C_{crit} . Ovaj metod omogućava spajanje graničnih uslova za male prskotine.

Za dobijanje pouzdanijih rezultata moraju se uzeti u obzir i brzina širenja prskotine da/dN u funkciji ΔK kao i Willenborg-Chang-ov granični odnos R

Za većinu slučajeva širenja prskotine (kao kod pojasa, uzdužnika ili druge strukture van oplate), otkaz se definiše kao minimalna vrednost (K_{1C}). K_{1C} se povremeno koristi umesto K_C kod onih slučajeva gde se prskotina po debljini ploče može posmatrati kao širenje pod uslovima napona u jednoj ravni.

INTERVAL INSPEKCIJSKIH PREGLEDA

Početni pregled određene oblasti nekog dela zasniva se na teoriji širenja prskotine i analitičkim podacima za elemente koji su izloženi zamoru. Kod aviona to su krilo, trup i repne površine. Za oblasti sa dugim vekom početni pregled se vrši posle maksimalno 15 000h leta.

Za ove lokacije početni pregled određene oblasti strukture zasniva se na širenju prskotine i određen je polovinom vremena potrebnog da inicijalno oštećenje (C_{init}) preraste na kritičnu dužinu (C_{crit}). Obično se pretpostavlja da je $C_{init} = 1\text{mm}$. Za većinu struktura to je oštećenje u obliku četvrtine kruga, a C_{crit} je veličina prskotine iznad koje deo više ne može da nosi maksimalno zahtevano opterećenje:

$$\text{Vreme pocetnog pregleda} = \frac{\text{casovi leta do pojave } C_{critical} - \text{casovi leta do pojave } C_{initial}}{2}$$

Ponovni pregled, posle početnog pregleda, obavlja se u intervalima jednakim polovini potrebnog vremena da se prskotina proširi od dužine koju je moguće videti do maksimalno dozvoljene veličine oštećenja. Na ovaj način pružene su bar dve šanse da se prskotina otkrije pre nego što dostigne maksimalno dozvoljenu veličinu.

Vreme ponovnog pregleda određeno je, dakle, na osnovu :

- Maksimalne veličine nevidljivog oštećenja; maksimalna veličina nevidljivog oštećenja (C_{insp}) je jedinstvena vrednost za sve lokacije i zavisi od metode koja se koristi za pregled.
- Širenja prskotine; širenje prskotine se definiše kao funkcija broja časova leta i jedinstvena je vrednost za svaku lokaciju
- Maksimalno dozvoljene veličine oštećenja; (C_{crit}).

Maksimalno dozvoljena veličina oštećenja (C_{crit}) je veličina prskotine iznad koje deo više ne može da nosi zahtevano maksimalno opterećenje. Ne postoji direktna veza između maksimalnog napona korišćenog za definisanje širenja prskotine i maksimalnog (graničnog) opterećenja koje deo mora da izdrži. Slika 3. prikazuje zahteve pregleda za višestruko opterećenu strukturu. Na ovaj način definišu se pregledi većine lokacija. Preporučena vremena ponovnih pregleda zasnovana na analizi širenja prskotine data su izrazom:

$$\text{Vreme ponovnog pregleda} = \frac{\text{broj casova leta do pojave } C_{critical} - \text{broj casova leta do pojave } C_{inspectable}}{2}$$



Slika 3. Kriterijumi pregleda višestruko opterećenih delova

ZAKLJUČAK

Eksplotacija aviona sa tolerisanim oštećenjima na primarnoj strukturi podrazumeva veoma odgovoran pristup pri kome je obavezno: utvrđivanje osnovnih elemenata strukture, utvrđivanje kritičnih oblasti osnovnih elemenata strukture, izračunavanje svih napona za sve kritične oblasti, sakupljanje pouzdanih podataka o osobinama materijala, utvrđivanje početne veličine oštećenja za svaku kritičnu oblast, utvrđivanje veličine oštećenja u trenutku kada ono postane vidljivo za svaku kritičnu oblast, analiza širenja prskotine za svaku kritičnu oblast, određivanje dodatnih pregleda za svaku kritičnu oblast i utvrđivanje intervala vremena za ponovni pregled za svaku kritičnu oblast.

DAMAGE TOLERANCE AND CRACK GROWTH ON AIRPLANE PRIMARY STRUCTURE

Damage tolerance concept is widely accepted in airplane design. Ammandmanes on technical requirements make the exploitation of airplane possible with damage on primary structure. In this paper we will discuss some problems with crack growth in airplane structure.

LITERATURA

- [1] Hiroshi Tada, The stress analysis of cracks handbook, Hellertown, Pennsylvania
- [2] Tom Swift, Course in damage tolerance technology-stress analysis oriented fracture mechanics, Hamburg-Finkenwerder, 2000
- [3] Larry Chan, ..., Supplemental inspection document program for the Cessna model 402, Cessna aircraft company, Wichita Kansas, 1998

Stupar S., Petrović Z., A. Simonović¹**VETROGENERATOR
nove tehnologije****uvod**

Veliki porast potrošnje električne energije i štetan uticaj konvencionalnih načina dobijanja električne energije na okolinu uticalo je na popularizaciju alternativnih načina dobijanja električne energije. Jedan od načina dobijanja električne energije je uz pomoć vetrogeneratora korišćenjem energije vetra. Ovaj način postaje sve rasprostranjeniji u svetu imajući u vidu da je "gorivo" besplatno i da je proces dobijanja struje ekološki čist te da ni na koji način ne zagađuje okolinu.

Razvoj nauke i primena novih tehnologija utiču na pad cene električne energije proizvedene na ovaj način. Primena kompozitnih materijala, razvoj softvera i modernih dostignuća iz oblasti elektrotehnike uticale su na to da cena, vetrogeneratorom proizvedenog kilovat časa električne energije, bude konkurentna.

upotreba vetrogeneratora

Prvi vetrogenerator je napravljen davne 1897 godine u mestu *Askov*, Danska. *Poul la Cour* (1846-1908) je konstruisao i napravio dva prototipa. Od tada do danas permanentni razvoj nauke i tehnike je doprineo da vetrogeneratori budu veliki kompleksni tehnički sistemi koji u mnogim zemljama pokrivaju sve veći deo potrošnje.



Slika 1. Prototip vetrogeneratora prečnika rotora 80m, instalisane snage 2.5MW

Vetrogeneratori mogu biti povezani tako da proizvedenu struju distribuiraju bilo u elektrodistributivni sistem bilo do pojedinačnog potrošača. Na tržištu se mogu nabaviti vetrogeneratori kako male snage od nekoliko vati pa do snaga od nekoliko megavata (slika 1.).

Troškovi proizvodnje električne energije na ovaj način praktično zavise od:

- cene proizvodnje vetrogeneratora
- montaže
- količine energije vetra koji se na određenoj lokaciji iskorišćava

Razvoj nauke i primena novih tehnologija i dostignuća u velikoj meri utiču na gore navedena tri glavna faktora te i na samu cenu proizvedene električne energije.

Potrošnja struje je rasla u toku prošloga veka. Samo u EU se krajem prošloga veka trošilo više od 2400 TWh godišnje. Dalja tendencija rasta potrošnje je prisutna kao i sve veća ekološka svest što primorava vlade tih država da više ulažu u ekološki čiste načine dobijanja električne energije.

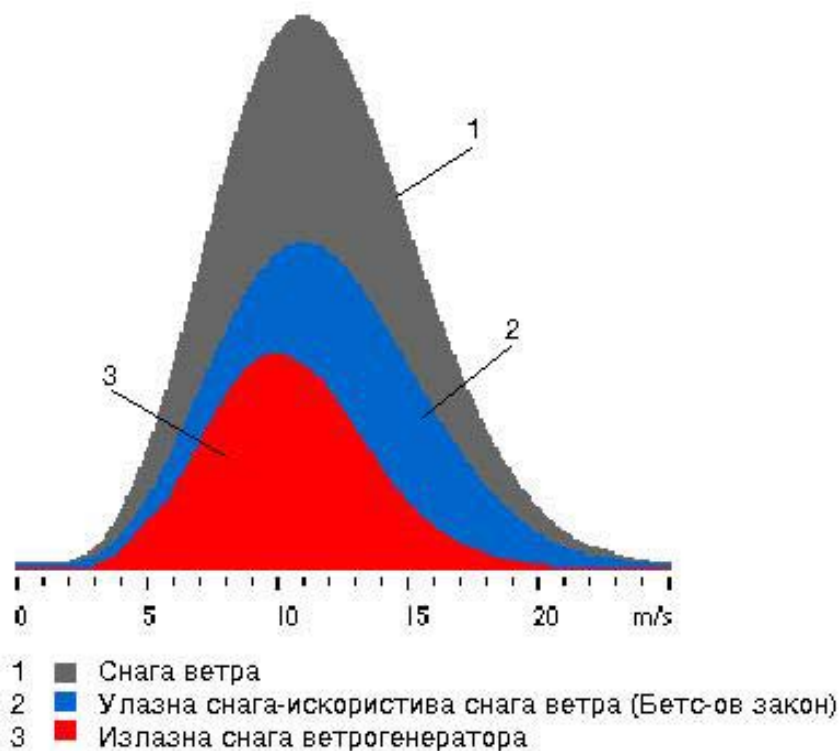
¹ Autori:

prof. dr. Stupar Slobodan dipl. ing., Mašinski fakultet Beograd
prof. dr. Petrović Zlatko dipl. ing., Mašinski fakultet Beograd
asis.prip. Aleksandar Simonović, dipl. ing., Mašinski fakultet Beograd

Skoro sve zemlje članice EU se u sve većoj meri odlučuju za ulaganja u cilju eksploatacije njihovih resursa vetra. U zemljama EU instalisani kapaciteti vetrogeneratora (u MW) iznose 8750 Nemačka, 3660 Španija, 2417 Danska, 697 Italija, 483 Holandija, 474 V. Britanija, 273 Grčka, 264 Švedska, 132 Irska, 127 Portugalija, 97 Austrija, 94 Francuska, 39 Finska, 18 Belgija, 10 Luksemburg i svuda je u planu povećanje kapaciteta. Samo u Danskoj su u toku 2001. godine instalisani kapaciteti proizveli 4.5TWh električne energije, što je pokrilo oko 15% ukupne godišnje potrošnje. Ovo su podaci koji govore samo o onim vetrogeneratorima koji su priključeni na elektrodistribucionu mrežu, odnosno o količini energije koji su oni isporučili mreži. Očigledno je da su vetrogeneratori prihvaćeni kao novi, ekonomski konkurentan način za proizvodnju električne energije koji se više ne može smatrati alternativnim.

Resurs vetra određenoj lokaciji je od izuzetne važnosti za proizvodnju struje vetrogeneratorima. Energija vetra zavisi od kvadrata a njegova snaga od kuba brzine. Po *Betz*-ovom zakonu (1919. god.) vetru se ne može oduzeti više od $\frac{2}{3}$ njegove kinetičke energije pri prolasku kroz vetrogenerator. Ove činjenice i činjenica da je na specifičnoj lokaciji brzina vetra promenljiv parametar daje nam raspodelu sličnu kao na slici 2.

Oblast 1. na slici 2. pruža uvid u raspodelu verovatnoće vetra određene brzine (i njegove snage). Oblast 2. na istoj slici pokazuje koliko se te energije može iskoristiti po *Betz*-ovom zakonu a izlaznu snagu vetrogeneratora prikazuje 3. oblast. Razlika između 2. i 3. oblasti predstavlja "nesavršenost" vetrogeneratora odnosno "prostor" na čije smanjenje utiče razvoj i primena nauke i tehnologije.



Slika 2.

projekat vetrogeneratora i nove tehnologije

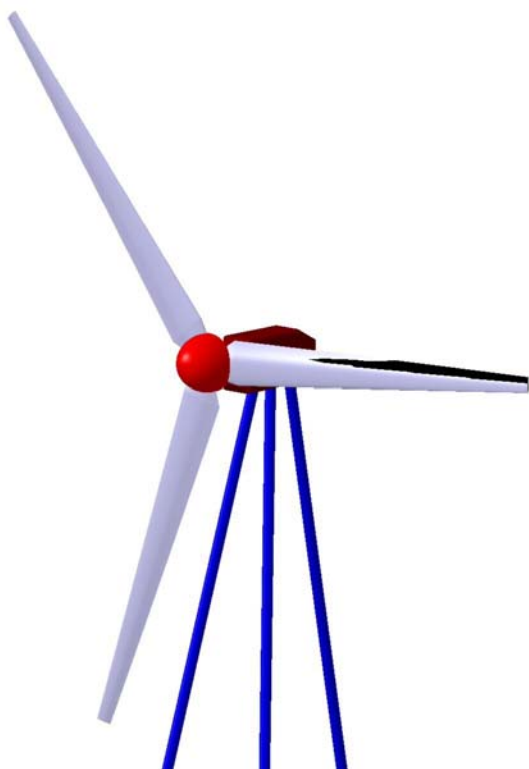
Imajući u vidu specifičnosti vetra na našim područjima pristupili smo realizaciji projekta koji za cilj ima razvoj i realizaciju prototipa vetrogeneratora za proizvodnju električne energije snage 15kW, 3x380V, 50Hz.

Vetrogenerator bi bio prilagodjen resursima vetra na našem podneblju a cena bi mu bila konkurenta u odnosu na vetrogeneratore slične snage.

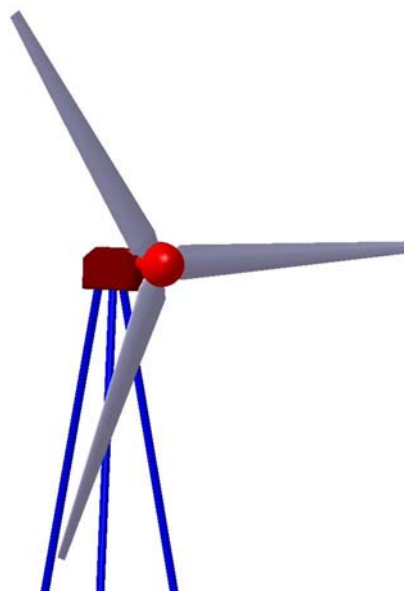
Po projektu, prototip vetrogeneratora ima trokraki rotor izradjen od kompozitnih materijala, prečnika 10m, generator instalisane snage 15kW i toranj hibridnog tipa čija je visina prilagodljiva lokaciji (slika 3.a,b,c).

Namena može biti višestruka i u zavisnosti od dodatnih uređaja vetrogenerator se može primenjivati kako za vezivanje na elektrodistribucionu mrežu tako se može koristiti i za pojedinačna domaćinstva ili za neke specifične namene.

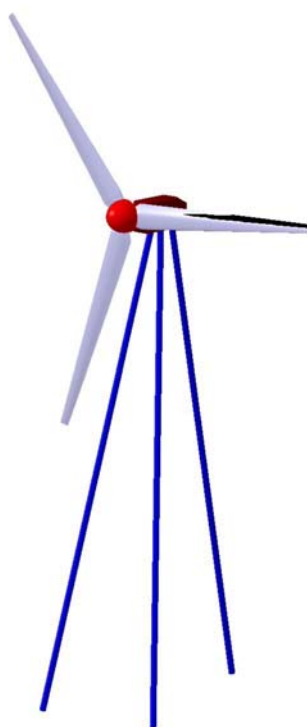
Projekat elektromehaničkog sistema ovoga tipa objedinjuje širok spektar naučnih oblasti. U cilju razvoja prototipa bilo je neophodno razviti tehnologije i uređaje koji se u našoj državi do sada nisu koristili niti se mogu komercijalno nabaviti.



Slika 3. a)



Slika 3. b)



Slika 3. c)

Pri instalaciji vetrogeneratora, između generatora i električnih potrošača potrebno je ugraditi energetski pretvarač za kontrolisano prenošenje električne energije i obezbeđenje zaštitnih funkcija. Specifični potrošač, naročito kod srednjih i velikih snaga vetrogeneratora je standardna elektrodistributivna mreža. Taj problem se rešava ili tako što energetski pretvarač deluje na sam generator regulišući ne samo njegovu snagu, već i izlaznu učestanost i faznu sinhronizaciju sa standardnom mrežom ili tako što se generator ostavlja nezavisnim sa svojim sistemom regulacije čiji je kriterijum optimalno iskorišćenje energije vetra, a vezivanje za mrežu se ostvaruje preko posebnog energetskog pretvarača tipa AC-DC-AC.

U laboratoriji za energetske pretvarače Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, u toku 2002. godine razvijen je prototip energetskog pretvarača tipa AC-DC-AC a u sklopu projekta proizvodnje prototipa vetrogeneratora.

Lopatice rotora se izrađuju od kompozita mokrim postupkom. Razvijeni tehnološki postupak podrazumeva izradu ramenjača i oplate od staklenih vlakana i epoksi matricom, i odgovarajućom ispunom u kalupima.

Ceo sistem je projektovan uz pomoć savremenih softverskih paketa CATIA V5, PATRAN/NASTRAN.

zaključak

Primenom novih tehnologija smanjuju se troškovi proizvodnje vetrogeneratora i povećavaju njegovi kapaciteti. Imajući u vidu da pretpostavljeni iskoristivi resursi vetra i po sadašnjim standardima ekonomske isplativosti i tehničkih mogućnosti premašuju potrošnju, treba očekivati dalju ekspanziju ovog načina dobijanja električne energije u svetu.

Posebna pažnja se pridaje razvijanju sistema koji su pogodni za instalacije na lokacijama sa slabim snagama vetra, odnosno postizanju ekonomske isplativosti takvih sistema. Od posebnog značaja i za naša podneblja su takvi projekti imajući u vidu resurse vetra na lokacijama u našoj zemlji i ekološki doprinos koji bi imali instalacijom takvih sistema.

Poseban doprinos, realizacija ovakvog projekta, pruža razvitkom postupaka i tehnologija kako u projektovanju tako i u izradi komponenti.

abstract:

Constant increase of the electrical energy consumption and bad influence of the usual ways of producing electrical energy caused popularisation of alternative ways of producing electrical energy. One of most developed ways is by wind turbines. Using wind energy to produce electrical energy is getting very popular in the world. The fuel is free and process is ecologically clean.

Development of the science and technology caused price of the electrical energy produced this way to be very low.

reference:

- [1] Projektovanje primenom računara,
Univerzitet u Beogradu 1996. Z. Petrović, S. Stupar
- [2] Vetrogeneratori pregled i analiza postojećeg stanja-izveštaj,
Mašinski fakultet 2002. S. Stupar, Z. Petrović, A. Bengin, A. Simonović
- [3] Softver za proračun aerodinamičkih karakteristika rotora vetrogeneratora- izveštaj
Mašinski fakultet 2002. Z. Petrović, S. Stupar, A. Simonović
- [4] Manual CATIA V5R7
- [5] Manual Patran/Nastran
- [6] Izveštaj o brzini vetra na lokaciji Gobelja-Kopaonik-izveštaj
Mašinski fakultet 2002. S. Stupar, A. Simonović
- [7] Matematički model rotora vetrogeneratora-izveštaj,
Mašinski fakultet 2002. S. Stupar, Z. Petrović



M. Živanović¹, D. Jaramaz², B. Vračarić³

FEM STRUKTURA 3D MODELA SLOBODNE FORME⁴

Rezime

U ovom radu je dat prikaz mogućnosti primene automatizovanog generisanja FEM strukture solid modela složenog oblika. Kao uzorak 3D modela složenog oblika koji je iskorišćen u ovom eksperimentu je odabran slučaj iz stomatološke protetičke prakse. FEM struktura je generisana pomoću CAE modula softverskog paketa SDRC I-DEAS Master Series.

1. Uvod

Automatski proces projektovanja struktura digitalnih objekata zahtevaju i povremene analize naponskog stanja takvih objekata u međusobnoj sprezi. Osnosimetrični i paralelepipedni oblici su relativno jednostavne geometrijske forme i za današnje CAE softverske pakete ne predstavljaju značajan problem u postupku automatske diskretizacije. Objekti koji u svojoj strukturi su sačinjeni od površina slobodnih formi su pravi izazov za proces automatske diskretizacije.

2. 3D model slobodne forme

Mogućnost primene automatizovanog procesa generisanja FEM strukture kod 3D modela sačinjenih od površina slobodnih formi je proverena nad modelom stomatološke proteze. Proces automatskog generisanja linearnih tetraedralnih solid elemenata FEM strukture digitalnog modela stomatološke proteze mora da ispuni niz uslova nastalih iz stomatološke prakse. Uslovi se ogledaju u što je moguće preciznijoj geometrijskoj definiciji realnog modela. Realni model se sastoji iz:

- segmenta donje mandibule
- nosećih elemenata proteze donje mandibule (treći i šesti član)
- periodontalnih ligamenata trećeg i šestog člana
- stomatološke proteze sa četvrtim i petim članom (premolari)

Realno okruženje implementirane dvočlane stomatološke proteze uključuje segment donje mandibule sa zubima “nosačima” (treći član – donji očnjak i šesti član – prvi donji kutnjak) i periodontalnim ligamentom kao vezivnim tkivom između cementa i alveolarne čašice koji ispunjava prostor periodoncimuma. Prostor periodoncimuma, sam po sebi predstavlja poseban izazov za digitalizovani geometrijski opis jer je njegova debljina svega 0,02 mm i prati formu korena zuba i alveolarne čašice.

3. Digitalni model implementirane stomatološke proteze

Digitalni model, koji predstavlja računarski virtualni opis fizičkog modela reprezentativnog uzorka stomatološke protetike, kreiran je metodom unošenja koordinata karakterističnih tačaka kontura poprečnih preseka zuba dobijenih presecanjem fizičkog modela horizontalnim i vertikalnim ekvidistantnim ravnima.

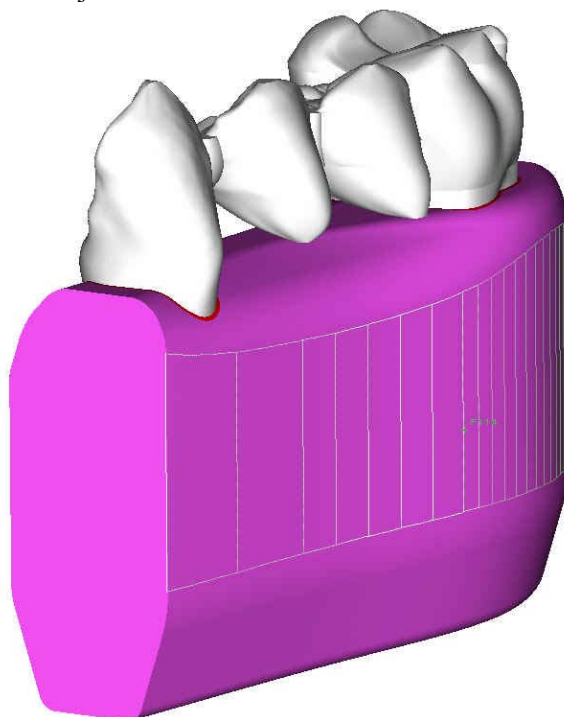
¹ Miroslav Živanović, dipl.ing., LOLA Institut, Kneza Višeslava 70a, Beograd, e-mail: zile@lola-ins.co.yu

² Dr. Dragana Jaramaz, dipl.ing., LOLA Institut, Kneza Višeslava 70a, Beograd, e-mail: dragana@lola-ins.co.yu

³ Dr. Branimir Vračarić, Stomatološki fakultet Univerziteta u Beogradu

⁴ Rad predstavlja deo istraživanja u okviru projekta MIS.3.02.0127.B-“Razvoj metoda automatizovanog projektovanja obradnih sistema i procesa”

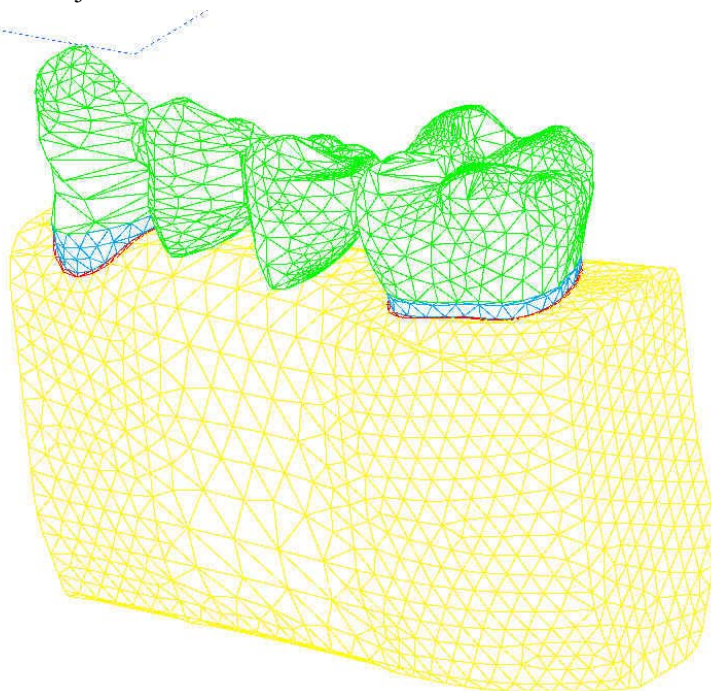
Unešene tačke predstavljaju čvorove NURBS zatvorenih krivih linija – *nodes*, a NURBS krive su bile osnovni entitet pri kreiranju solid modela funkcijom - *lofting*. Prikaz generisanog digitalnog modela implementirane stomatološke proteze je dat na slici 1.



Slika 1. Digitalni model implementirane dvočlane proteze

4. Diskretizacija solid modela

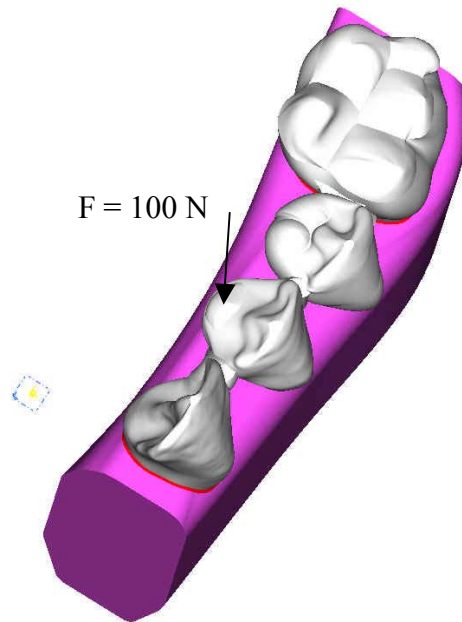
Digitalni model stomatološke proteze se prethodno mora podeliti na više volumena radi uspešnog okončanja procesa automatskog generisanja FEM strukture. Variranjem veličine osnovnih linearnih solid tetraedralnih elemenata, kod različitih volumena digitalnog modela proteze, uspešno je završen proces diskretizacije. Izgled finalne FEM strukture je dat na slici 2.



Slika 2. FEM model

5. Simulacija statičkog opterećenja

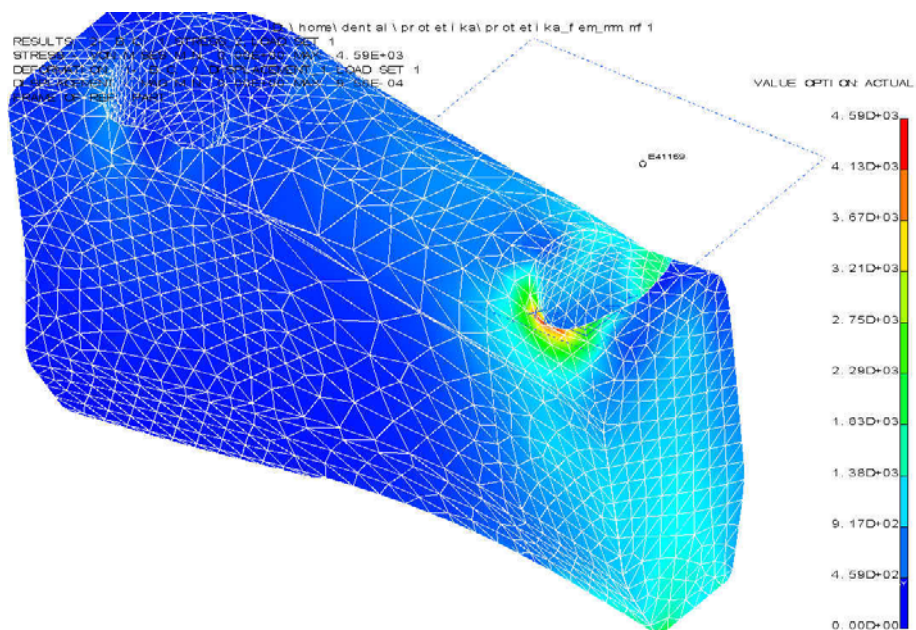
Urađen je test simulacije statičkog opterećenja stomatološke proteze nominalnom vertikalnom silom u karakterističnoj napadnoj tački kvržice trećeg člana koja nastaje kao posledica mastikacije. Prikaz položaja delovanja nominalne vertikalne sile $F = 100\text{ N}$ na solid modelu je dat na slici 3.



Slika 3. Nominalna vertikalna sila $F = 100\text{ N}$ koja nastaje pri mastikaciji

6. Rezultati simulacije

Proračun simulacije linearnog statičkog naponskog stanja i deformacije modela kao posledice delovanja napadnih sila pri mastikaciji je urađen pomoću softverskog paketa SDRC I-DEAS. Rezultati simulacije su dati programskim listingom kao istorijom toka samog proračuna i grafičkom prezentacijom naponskog stanja modela prema vrsti materijala. Grafički prikaz naponskog stanja segmenta kosti mandibule je dat na slici 4.



4. Naponsko stanje segmenta kosti mandibule

7. Zaključak

Savremeni CAE softveri u sprezi sa odgovarajućim PC računarima dozvoljavaju računarske analize i 3D modela slobodne forme koji posle diskretizacije sadrže preko 100.000 solid tetraedralnih elemenata. Analitičke metode statičkog proračuna naponskog stanja koriste simplifikovane modele mehaničke strukture, tako da diferencijalne jednačine daju rezultate koji nisu u relevantnoj saglasnosti sa realnošću. Diskretizacijom oblika realnog modela, metodom konačnih elemenata sa kontrolisanom finoćom, dobijaju se rezultati koji imaju visok stepen saglasnosti sa realnošću. Ovaj test primer automatizovanog generisanja FEM strukture je omogućio da se u stomatološkoj protetici utvrdi relevantnost uticaja 3D geometrije krunica zuba na naponsko stanje kosti mandibule.

8. Literatura

- [1] Marić, D., "Uvod u stomatološku protetiku", Naučna knjiga, Beograd, 1985.
- [2] van Zyl, P.P., Grundling, N.L., Jooste, C.H., Terblanche, E., "Three-Dimensional Finite Element Model of a Human Mandible Incorporating Six Osseointegrated Implants for Stress Analysis of Mandibular Cantilever Prosthesis", The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, Vol.10, No. 1, 1995, pp. 51-57
- [3] Lewinstain, I., Banks-Sills, L., Eliasi, R., "Finite Element Analysis of a New System (IL) for Supporting an Implant-Retained Cantilever Prosthesis", The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, Vol.10, No. 3, 1995, pp. 355-366

3D FREEFORM MODEL FEM STRUCTURE

Abstract

In this paper is given an aspect of possible automatic generation of FEM structure from a freeform solid model. As a sample of freeform solid model, a case from dental practice is chosen. The FEM structure is generated by SDRC I-DEAS Master Series CAE module.

Saša Živanović¹**CAD/CAM PROGRAMIRANJE P3-PARALELNE MAŠINE ALATKE²***Rezime*

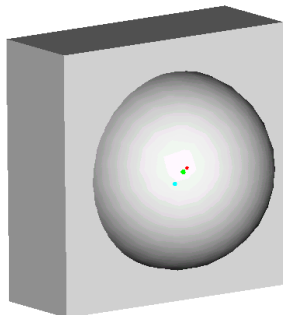
U radu se predstavlja CAD/CAM pristup programiranju mašina sa paralelnom kinematikom za realizovani i instalirani simulator troosne glodalice sa paralelnom kinematikom pod nazivom P3. Za realizaciju softverskog dela je korišćeno okruženje Pro/ENGINEER-a, a za potrebe posprocesiranja napravljen je postprocesor u Fortranu. Izložena metodologija je proverena eksperimentom i već se koristi i za edukaciju, kao i u daljim istraživanjima jer ovakve mašine zahtevaju nova znanja i nove sisteme za programiranje.

1. UVOD

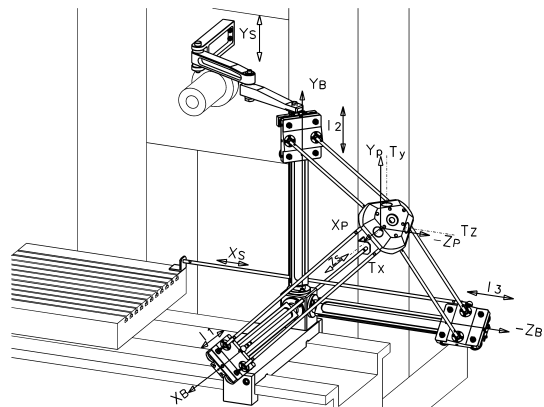
Programiranje mašina sa paralelnom kinematikom je daleko složenije, nego kod tradicionalnih mašina sa serijskom kinematikom. Serijske mašine alatke kod kojih se ose mašine sekvencijalno nadovezuju postoji uparenost osa mašine i potrebnih kretanja alata u odnosu na obradak. Međutim kod mašina sa paralelnom kinematikom, svojstvena je neuparenost osa mašine i potrebnih kretanja alata u odnosu na obradak u programiranju. Radi toga se i metod programiranja mora postaviti na nov način. Pogodnost je lakoća rešavanja inverznog kinematičkog problema za ovakve mehanizme. Ako je za upravljanje tradicionalnih NUMA bilo vrlo jednostavno ostvariti pravolinijsko kretanje po nekoj od osa, kod mašina sa paralelnom kinematikom za najobičnije pravolinijsko kretanje je potrebno ostvariti preračunavanje kretanja po svim raspoloživim osama.

Mašina P3 je simulator troosne glodalice, realizovane kao tehnološki modul koji se ugrađuje na postojeće ose obradnog centra HBG80, koji ćemo smatrati mašinom tipa P1. Uopštena skica, sa osnovnim parametrima mašine P3 i njena sprega sa baznom mašinom, pokazana je na slici 1. Kretanje klizača na mašini P3 ostvaruje se pomoću osnovne mašine tipa P1. Za P3 to su pogonske ose. Kretanja platforme po koordinatnim pravcima ovde se zovu virtuelnim osama mašine. Ostvaruju se tek pomoću programiranja mašine sa paralelnom kinematikom, ovde P3.

U navedenom radu pod [1] je pokazano programiranje tačka po tačka uz primenu IKP. Ovde se razmatra i pokazuje mogućnost upotrebe CAD/CAM sistema uz



Slika 2. Primer CAD model obratka oblika polukugle



Slika 1. Troosna paralelna mašina P3[2]

korišćenje odgovarajućeg postprocesora [2,3]. Na taj način moguće je upravljanje mašinom na bazi, geometrije obratka, tako što će ta geometrija biti iskorišćena za generisanje putanje alata primenom Manufacturing opcije nekog CAM paketa, kao što je na primer Pro/ENGINEER-a, koji je ovde korišćen. Na ovoj problematici se radi u okviru projekta Troosne paralelne mašine MIS.3.02.0101.B, u čijem finansiranju učestvuje MNTR Srbije i industrija. Rezultati ovih istraživanja su detaljnije pokazani u elaboratima [3],[4]. Za potrebe provere mogućnosti obrade neke reljefne površine, napravljen je jednostavan model oblika polukugle. Moguće je izmodelirati bilo kakvu reljefnu površinu kao PART, pri tom vodeći računa da po svojim dimenzijama može da se smesti u granice radnog prostora mašine P3. Poznato je da ove mašine imaju male radne prostore. Zbog toga je vrlo značajno analizirati i postavljanje priprema u okviru granica radnog prostora. Da bi se

¹Mr Saša T. Živanović, asistent, Katedra za Proizvodno mašinstvo, Mašinski Fakultet, Beograd, 27.marta 80, zivanos@alfa.mas.bg.ac.yu

²Projekat: Troosne paralelne mašine MIS.3.02.0101.B, u čijem finansiranju učestvuje MNTR Srbije i industrija.

obradak sa sigurnošću smestio u okvire ovih granica potrebno je modelirati PART u prostoru sa sledećim koordinatama x(580 do 620), y(580 do 620) i z(-750 do -780), da bi takav model bilo moguće posprocesirati. Problem u postavljanju priprema u granice radnog prostora, rešava se pomoćnim priborom, kojim se ostvaruje željeno baziranje, kao i stezanje priprema.

2. CAD/CAM MODELIRANJE

Dobijanje CAD modela je moguće ostvariti bilo kojim CAD paketom za 3D modeliranje, ili model uraditi direktno u Pro/Enginner-u. Suština je da se geometrijska 3D informacija o modelu, preslika u odgovarajući CAM model, koji će omogućiti, dobijanje putanje alata za obradu tog dela na konkretnoj mašini, u ovom slučaju, na P3 glodalici.

Postupak CAM modeliranja, počinje aktiviranjem opcije - Manufacturing. Potrebno je definisati ime obrade i učitati part budućeg izratka, npr. kugla.prt. U nastavku slede dva celine i to: definisanje priprema (MFG model) i definisanje obrade (Machining). MFG model obuhvata međusobne odnose između priprema i izratka. Priprema se može učitati i kao Assembly postaviti preko Parta, ili se može kreirati nov priprema (Workpiece) kao part što je i najčešći slučaj.

U okviru definisanja obrade, prethodno treba izabrati mašinu i vrstu obrade (Cell Type), što je ovde učinjeno izborom glodalice (Mill) sa tri ose upravljanja. U setapu mašine treba definisati koordinatni sistem mašine (MACH CSYS) izborom položaja ovog koordinatnog sistema, a potom i pravilnim usmeravanjem ovih osa u željenim smerovima, kao što je na mašini (Coord Sys - zavisi od tipa mašine, ovde P3). Pomoću SEQ SETUP menija proveravamo da li je sve definisano. Ukoliko su sve kockice ovog menija nečekirane, to znači da je sve definisano, a ako ima još nekih čekiranih njih tek treba definisati ili se vratiti i čekirati tamo gde se želi nešto izmeniti.

Vrsta obrade se bira kao NC sekvence. Moguće je izbor vrlo različitih obrada, kao što su na primer: zapreminsko glodanje, obrada konvencionalnih površina, obrada konturnih površina, glodanje džepova, obrada izabrane konture, itd.

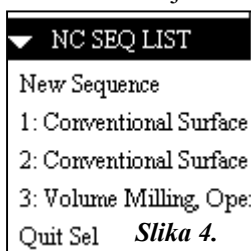
Alat za obradu bira se setovanjem parametara TOOL. Izborom opcije Set na ekranu se pokazuje meni alata (tamo gde je vrednost nekih parametara -1, treba obavezno definisati prave vrednosti). Minimalno je potrebno je definisati prečnik i dužinu alata. Opcija Show pokazuje izgled definisanog alata na ekranu.

Sledi definisanje parametara obrade (MFG PARAMS). Opcijom Set, prikazuje meni sa svim vrednostima parametara. Postoje dva prikaza i to: minimalni - Simplfed i opširni - Advanced. (Opet važi pravilo da tamo gde je vrednost nekih parametara -1, treba obavezno definisati prave vrednosti). U parametre koji se obavezno definišu spadaju: Cut_feed, Step_depth, Step_over, Spindle_speed, Clear_dist. Takođe treba definisati i Retract ravan uobičajeno na 5-10 mm od čone strane priprema. U opširnom prikazu parametara postoji i opcija Cut Angle kojom se definiše željeni ugao obrade. Tokom izvođenja eksperimenta obrade razmatrane kugle ostvorena je obrada pod dva upravna ugla i to 0° i 90°.

Da bi se saopštilo šta se želi obraditi to se može definisati pomoću prozora (Window), koji se nacrti ili pozove ukoliko je ranije definisan. Po završetku postavljanja svih parametara, uvek se možete vratiti i neki od njih izmeniti opcijom Seq Setup.

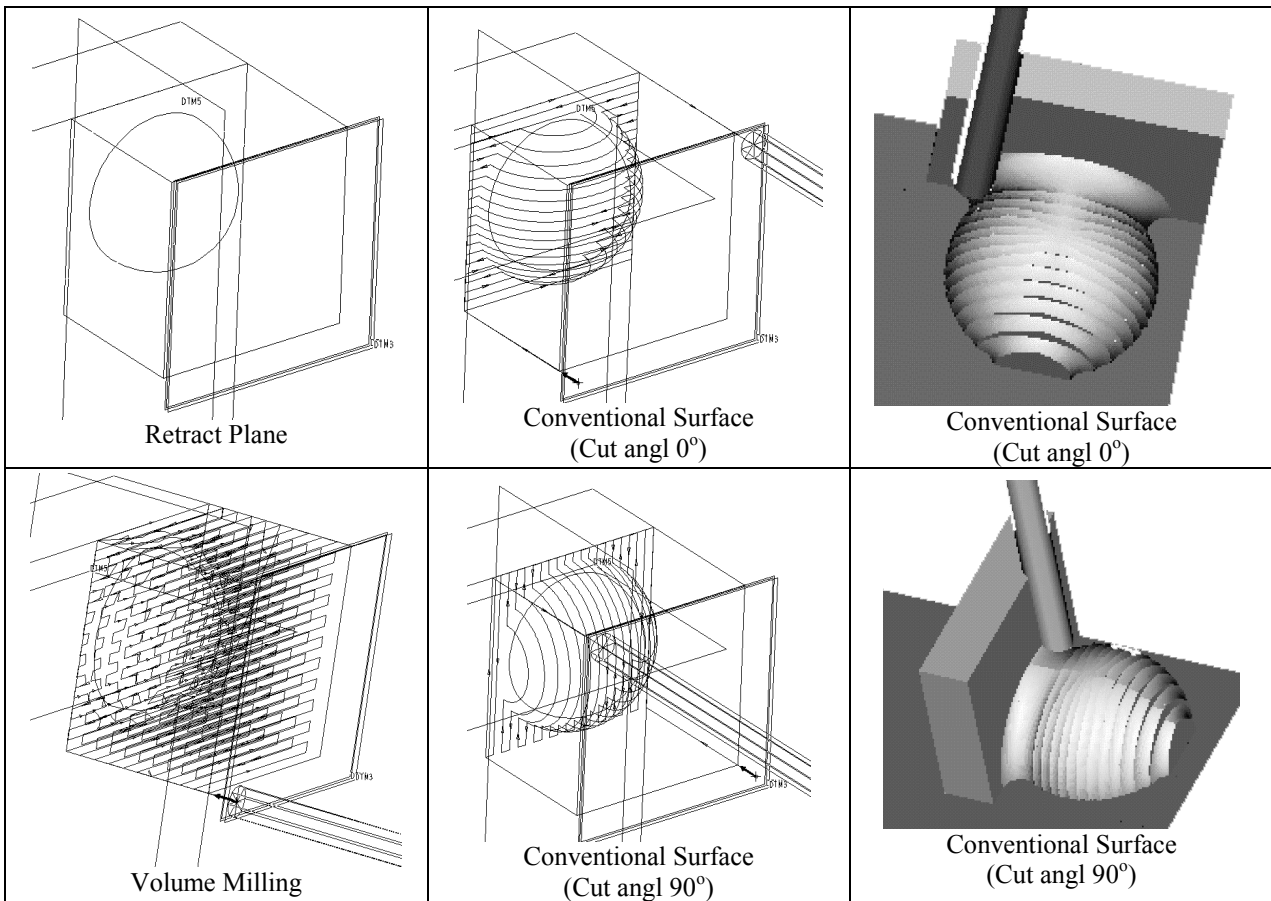
Generisanje putanje alata za geometriju definisanu izabranim partom i izabranim parametrima mašine, obrade i alata ostvaruje se opcijom Done CL. Ovim se generiše putanja alata, odnosno CL datoteka. Ovaj fajl ima ekstenziju *.NCL (to je fajl koji po formatu odgovara aptovskom).

Obrada se može planirati sa više NC sekvenci. Generisanje nove sekvence obrade se zadaje sa New Sequence. Uobičajeno je imati neku predobradu (npr. Volume



Milling) i završnu obradu sa bar dva upravna pravca obrade (1:Conventional Surface cute angl 0° i 2:Conventional Surface cute angl 90°).

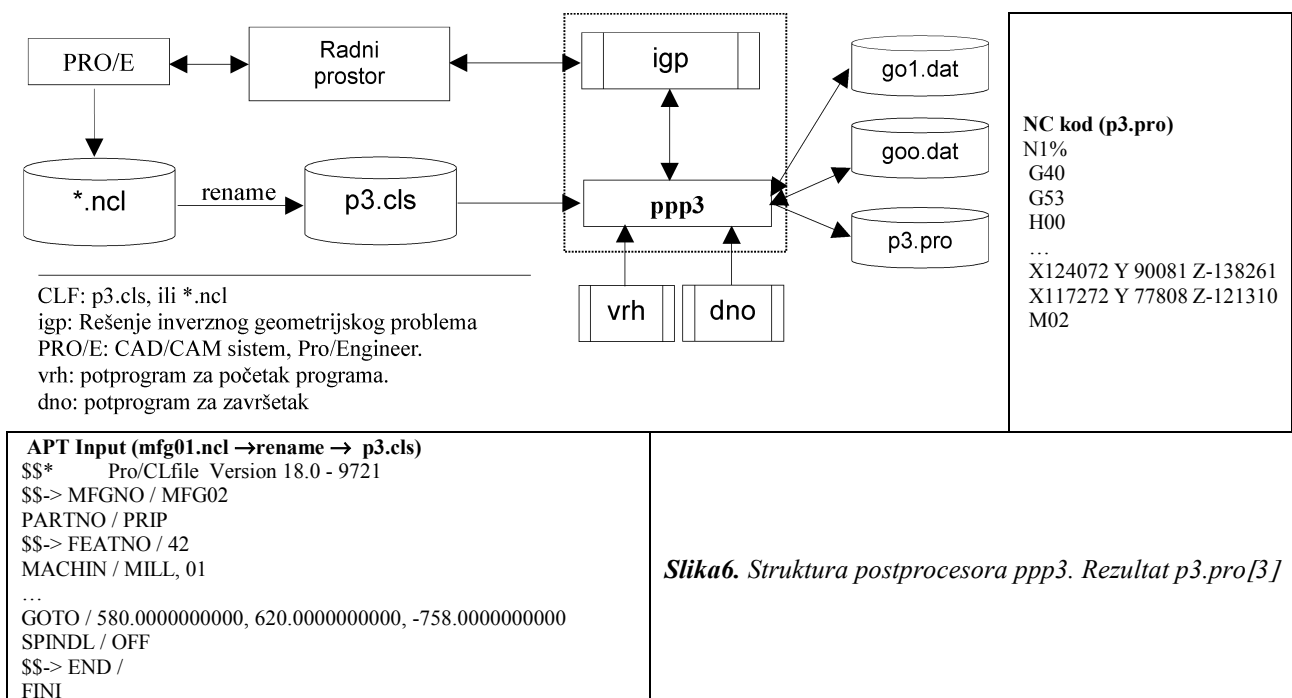
Tokom generisanja putanje, crvenim linijama se označava put, po kome se kreće alat. Vidi se i simulacija kretanja alata u žičanom prikazu. Moguće je prikazati i efektnu Render simulaciju izborom opcije NC Chek. Dobijanje aptovskog fajla, koji nam treba za postprocesiranje, ostvaruje se izborom opcija CL data Output i zadavanjem gde će biti smešten program, na ekranu ili u fajlu. Ako je reč o fajlu treba definisati i ime. To je ranije pomenuti aptovski fajl sa ekstenzijom *.NCL.



Slika 5. Manufacturing opcije obrade kugle Pro/ENGINEER-a

3. POSTPROCESIRANJE I OBRADA DELA

Pro/E ima opciju postprocesiranja, koja se može primeniti ukoliko imate u njegovim opcijama odgovarajući postprocessor. S obzirom na specifičnost razmatrane mašine P3, postprocessor za nju je napravljen u fortranu kao izvršni fajl ppp3.exe. Ulazni fajl je aptovski *.NCL iz Pro/ENGINEER-a, kome samo treba promeniti ime u p3.cls. Rezultat je smešten u P3.PRO i predstavlja NC kod za HBG80, koji pravi smisao ima samo ako se odnosi na kretanja pogonskih osa P3 koja odgovarajuća kretanja uzima od bazne mašine HBG80. Struktura postprocesora ppp3 pokazana je na slici 6.



Slika 6. Struktura postprocesora ppp3. Rezultat p3.pro [3]



Slika 7. Primer obrade dela primenom CAD/CAM na P3

4. ZAKLJUČAK

Model kugle razmatran u ovom radu je i obrađen na mašini P3 tokom izvođenja laboratorijskih vežbi iz Mašina alatki. Ovakav model kugle je izabran s namerom radi poređenja programiranja prilikom obrade na CNC strugu i P3 paralelnoj mašini. Naime dok je za obradu na strugu dovoljno odrediti nekoliko karakterističnih tačaka luka, da bi se napisao program i to ručno, za P3 je potrebno izgenerisati putanju alata na bazi geometrijske informacije sadržane u PART-u, Manufacturing opcijom, a tek onda treba ostvariti postprocesiranje takvog aptovskog fajla. Ručno upravljanje ovakvim mašinama je praktično nemoguće. Zbog toga se radni predmet zadat kao radionički crtež, mora pretvoriti u odgovarajuću računarsku (digitalnu) dokumentaciju. To uslovljava neophodnost upotrebe računara u pripremi geometrijske informacije o proizvodu. Ova informacija treba da bude 3D geometrija, koja će uz odgovarajući algoritam za izračunavanje IKP biti preslikana u potrebna kretanja mašine alatke. Na ovaj način se stvaraju potrebna znanja za buduću gradnju i/ili korišćenje i upravljanje ovakvim koncepcijama mašina.

5. LITERATURA

- [1] S. Živanović, Programiranje mašina sa paralelnom kinematikom na primeru P3, 27. JUPITER konferencija, 23. simpozijum NU - Roboti - FTS, Zbornik radova, str. 3.107-3.112, Mašinski fakultet, Beograd, 2001.
- [2] Dragan Milutinović, Nebojša Čović, Miloš Glavonjić, Functional Simulator of 3D Parallel Kinematic Milling machine, 27. JUPITER konferencija, 23. simpozijum NU - Roboti - FTS, Zbornik radova, str. 3.1-3.6, Mašinski fakultet, Beograd, 2001.
- [3] M. Glavonjić, D. Milutinović, S. Živanović, Unutrašnja interpolacija pogonskih osa funkcionalnog simulatora. Postprocesor za funkcionalni simulator troosne mašine sa paralelnom kinematikom, Projekat: Troosne paralelne mašine -MIS.3.02.0101.B, Elaborat PN0101-02, Mašinski fakultet, Beograd, 2002.
- [4] M. Glavonjić, D. Milutinović, S. Živanović, Koncepcija pogonskih osa funkcionalnog simulatora troosne mašine sa paralelnom kinematikom, Projekat: Troosne paralelne mašine - MIS.3.02.0101.B,Elaborat PN0101-01, Mašinski fakultet, Beograd, 2002.

CAD/CAM PROGRAMMING OF P3-PARALLEL KINEMATICS MACHINE

Summary

Paper presents CAD/CAM approach to programming of Parallel Kinematics Machine Tools for installed Simulator of Three-axes Parallel Kinematics Milling Machine called P3. For software realisation Pro/Engineer environment is used, and for postprocessing a Fortran post processor is build. Presented methodology is experimentaly verified and is all ready in use for education purposes as well as for further research - this kind of machines demands new knowledge and new programming systems.

Срђан мр Живковић, дипл.инж.♦

ПРОЈЕКТОВАЊЕ и ИЗРАДА РОТАЦИОНИХ РЕЗНИХ НОЖЕВА за СЛОЖЕНЕ ГЕОМЕТРИЈСКЕ КОНТУРЕ

Резиме

Овај рад даје комплетан приказ развоја, израде и преоштравања ротационих резних ножева. Решење је објашњено на примеру производа од папира који је у масовној употреби, а за потребе једног реномираног домаћег произвођача. Коришћењем софистицираних алата за машинско пројектовање, 4-осног глодања и брушења, овај веома сложен техничко – технолошки захтев је успешно решен. Објашњени поступак може се применити на великој палети производа широке потрошње.

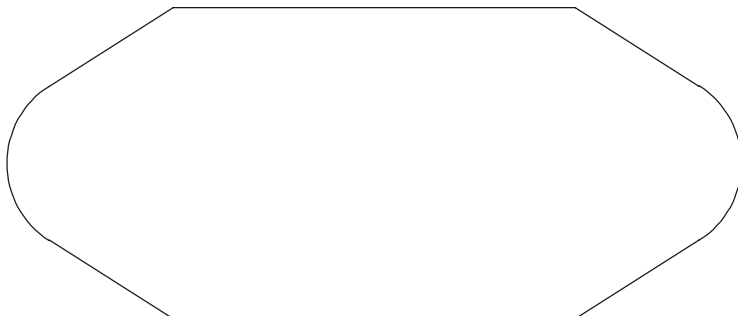
Кључне речи: просторне контуре, 4-осно глодање, масовна производња, CAD/CAM

1) УВОД

Неки производи робе потрошње (нпр: хигијенски улошци, пелене, етикете на амбалажи, кутије за цигарете, коверте, итд.) добијају се сечењем њихових форми ротационим ножевима из бесконачне траке. Масовност њихове продукције (1000 ком/мин и више) као и стални захтеви за изменама облика због пробирљивости купаца и велике конкуренције на тржишту довели су до потребе за развојем, израдом и преоштравањем ротационих ножева. До сада су се, у нашој земљи, ротациони ножеви за различите облике искључиво увозили.

2) ИЗБОР РАВАНСКЕ ФОРМЕ

Избор раванске форме и дефинисање њених основних геометријских параметара је ствар наручиоца ротационих ножа. Као улазни податак за пројектовање ножа сасвим је довољна скица као на слици 1. Изабрана контура дефинисана је једноставним геометријским примитивама: линијама и кружним луковима



Слика 1. Раванска форма

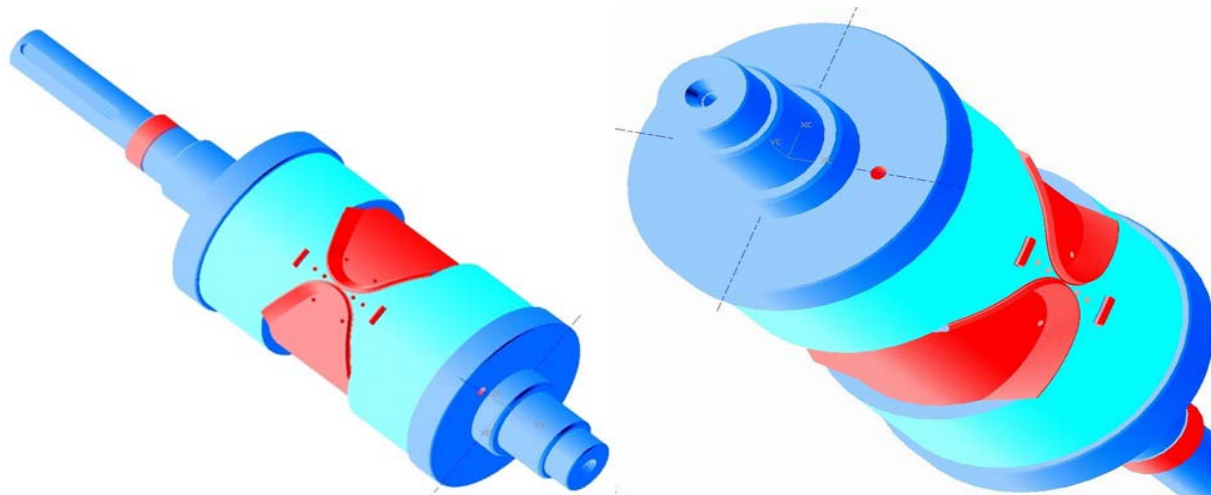
Она, наравно може бити задата и у некој другој облику: узорак, цртеж са котама, IGES фајл. Жељена форма често се добија и копирањем конкуренције (нарочито иностране). Ове форме могу бити, и најчешће јесу, осно симетричне, по једној или две упоравне осе симетрије. За разматрање развоја ножа симетричност или не,

неигра никакву пресудну улогу.

♦ водећи истраживач, ВТИ ВЈ, Катанићева 15, Бгд, тел: +381641833790, Srdjanpz@Eunet.YU

3) ПРОЈЕКТОВАЊЕ

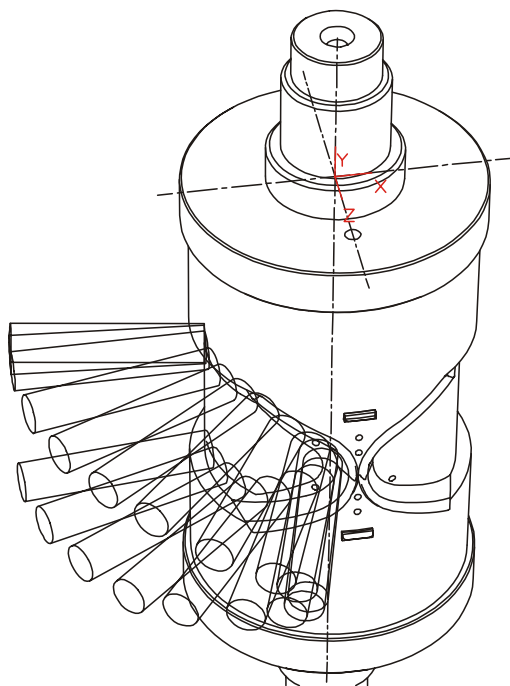
Први корак је намотавање изабране контуре на цилиндар (*wrap / unwrap*) претходно дефинисаног пречника. Рачунарским системом за машинско пројектовање *CAD/CAM* данас је то сасвим једноставно јер савремени системи нуде ову опцију као стандардну у својим дизајн менијима. Раније је било неопходно писати програм који генерише просторни сплајн који лежи на цилиндру и има исте дужине кривих као и изворна раванска крива. Коришћени *CAD/CAM* систем је тзв «хибридни моделар» који кориснику оставља могућност интуитивног пројектовања, аналитичког дефинисања и Булових операција.



Слика 2. Пројектовани нож на *CAD/CAM/CAE* систему

На слици 2. приказане су екранске две слике ротационог ножа. Он је испријектован тако да једна ротација ножа отсеца два производа. С обзиром да нож треба да ротира са око $500 \text{ }^{\circ}\text{бр}/\text{мин}$ очекује се продукција од $1000 \text{ }^{\text{ком}}/\text{мин}$. Резна ивица је дебљине $2/100 \text{ мм}$ и даље према цепоу, у коме остаје форма после отсецања, шири се конусно под углом од 60° . Резна ивица је ојачана и остављено је материјала за преоштравање.

4) ГЕНЕРИСАЊЕ ПРОГРАМА МАШИНСКЕ ОБРАДЕ



Слика 3. Генерисање путање алата

Припремање програма машинске обраде урађено је програм генератором наведеног *CAD/CAM* система. Коришћена је опција променљивог вектора осе алата. Конфигурација комада је таква да је за машинску обраду најпогоднија машина са линераним и ротационим кретањима: три картезијусове осе и једна ротациона оса (X, Y, Z, B). Изабрана је ротација око Y осе (обртни сто) а вектор осе алата је дуж Z осе.

Програм генератор «пуни» изворни код (*Cuter Location Source Code – CLS*) следеће структуре:

```
GOTO/ -48.2746, -86.4879, 56.0919,  
0.6523160, 0.0000000, 0.7579471
```

Постпроцесирањем изворног кода добија се програм обраде за изабрану машину *МАНО 1000 С*.

```
N10G1X0Z74F300  
N14G1Y-86.967B-40.057R74  
N15Y-87.446B-39.398
```

Неопходан корак при генерисању програма машинске



Слика 4. Тестирање програма обраде

обраде је и њихово тестирање у пластици или у дрвету.

Тестирање је неопходно из два разлога: ротациони нож мора због тражене постојаности резе ивице да буде од каљеног алатног челика који је скуп, време машинске обраде је доста дуго због великих дубина резања глодалима малих пречника и због захтеване тачности.

На слици бр.4. је фотографија тест комада, на коме су прво испробани сви програми (око десетак) и то само обраде резне ивице. Тестирање спољашњег уздужног стругања, наравно, није рађено.

5) МАШИНСКА ОБРАДА

После овако детаљних и опсежних припремних радњи приступило се машинској обради. Као што је и речено глодалица је изабрана још у фази генерисања програма. Припремна претходна стругања су прецизно

урађена. Површине добијене стругањем су постале база за центрирање издатка на обртном столу нумерички управљане глодалице. Оса ротације ножа је прецизно постављена у осу ротације радног стола глодалице *МАНО 1000 С*.



Слика 5. Ротациони нож после глодања

Глодалица има два положаја вретена осе алата: резни алат може бити хоризонтално или вертикално постављен. За овај случај изабран је хоризонтални положај алата. На приказаним фотографијама (слика бр. 5.) се виде сви пролази глодала који су формирали и резне ивице и централни цеп. Избушени су сви отвори који ће бити повезани на довод ваздуха. Отсечени производ остаје у централном цепу и из њега се избацује ваздухом под притиском.

6) ТЕРМИЧКА ОБРАДА. и ПРЕОШТРАВАЊЕ



Слика 6. Ротациони нож после каљења

Глодањем се резна ивица ножа доводи на своју предмеру од око 2мм, због термичке обраде (Т.О.), резна ивица би «изгорела» на каљењу. На фотографији се види зона сучељавања резних ивица за два производа. Може се уочити да је најужи део само расечен тестерастим глодалом, тј. резни клин није формиран у потпуности. Због релативно малих растојања ова област је најтежа и за израду и за преоштравање. Овај део (око 10мм) се «дотерује» ручно, после термичке обраде.

Свако преоштравање ротационог резног ножа изводи се у два корака: прво се пребруси цилиндар који обухвата газишта и резну ивицу. Затим се бруси резна ивица тј. она се своди на тражену задату дебљину од $\frac{2}{100}$ мм. Ово преоштравање резне ивице може се урадити или ручно вођеним тоцилима уз адекватан помоћни

прибор или помоћу нумерички управљане бруснице са управљаном обртном осом. Како и код глодања потребно је сложити линеарна и ротациона кретања конусног тоцила.

7) ЗАКЉУЧАК и ОСВРТ

Из овог текста је јасно да за овај развој и реализацију нисмо имали никаквих узора, осим стандардних сазнања стечених током школовања и претходних искустава у раду. Произвођачи оваквих алата своја сазнања не износе јавно.

До сада су се ротациони ножеви за различите облике и намене увозили. Коришћењем софистицираних *S/W* алата за машинско пројектовање, *4D* глодања и брушења овај веома сложени техничко – технолошки задатак успешно је решен а за потребе једног реномираног домаћег произвођача хигијенских уложака. По нашим сазнањима ово је први домаћи развијени и реализовани ротациони нож.

8) ЛИТЕРАТУРА

- Милисав Калајдић, ТЕХНОЛОГИЈА МАШИНОГРАДЊЕ, Машински факултет Универзитета у Београду, Београд, 1981
- Милисав Калајдић, ТЕХНОЛОГИЈА ОБРАДЕ РЕЗАЊЕМ – ПРИРУЧНИК, Машински факултет Универзитета у Београду, Београд, 1998.
- George Schneider Jr., CUTTING TOOL APPLICATIONS, www.toolingandproduction.com/

Abstract

This paper explains complete processes of designing, manufacturing and grinding rotational cutting tool for consumer goods. This solution explains on sanitary napkin for our renowned producer. Using sophisticated software and hardware tools, 4-D milling and grinding processes this complex technical request is successfully solved. According our realization this is first rotatinal cutting tool for consumer goods (napkin, envelope, cigarte boxes, ...) designed and manufactured in Serbia.

Vukica Jovanović, dipl. inž., mr Momčilo Simić, dipl.inž., Milovan Lazarević, dipl. inž.¹

PRILOG PROJEKTOVANJU TEHNOLOSKIH MONTAŽNIH SISTEMA PRIMENOM SOFTVERA PRO/ENGINEER

Rezime

U ovom radu je, na osnovama IIS prilaza projektovanja tehnoloških montažnih sistema, (TMS) dat predlog daljeg unapređenja dizajna ručno - mehanizovanih TMS uz korišćenje softvera najnovije generacije koji počiva na jedinstvenoj, parametarskoj tehnologiji modeliranja čvrstim telima (Pro/Engineer). Korišćenjem ovog prilaza postižu se značajna skraćivanja vremena projektovanja i implementacije TMS. Poseban osvrt je dat na primenu modularnog koncepta u razvoju TMS kao i na automatizaciju postupaka projektovanja izbora standardnih modula i projektovanja nestandardnih modula.

Ključne reči: modul, tehnološko – montažni sistemi, kompjuterom podržano projektovanje

1. UVOD

Pred projektantima montažnih sistema je složen zadatak projektovanja fleksibilnih sistema, pogodnih za upravljanje, sa ergonomski oblikovanim radnim mestima, koji obezbeđuju visok kvalitet montiranih proizvoda uz *minimalno vreme i troškove*. Porast zahteva koji se postavljaju pred proizvodne sisteme i njihove projektante, (kao i razvoj sredstava informacione tehnologije), uslovljavaju prelazak sa statičkog na dinamički pristup projektovanju. Ovakav pristup realno opisuje prirodu procesa koji se odvijaju u proizvodnim, odnosno montažnim sistemima, a samim tim se omogućava i kvalitetnije donošenje odluka.

2.OSNOVE MODULARNOG PRILAZA

Efikasna metoda u fazi projektovanja podrazumeva metodu koja pruža potreban kvalitet (makro i mikro geometriju, materijal, tolerancije, preglednost i sadržajnost dokumentacije i njen kvalitet, tehnološkičnost konstrukcije, ergonomičnost po svim kriterijumima u domenu konstruktora odnosno eksploatacionu pogodnost i ekonomičnost) i varijantnost konstrukcionih rešenja u što kraćem vremenu a u fazi tehnološkog i proizvodnog osvajanja, niske troškove, visok stepen pouzdanosti i operativnu gotovost. Pretpostavka za opimalan način rešavanja ove problematike i mogućnost postizanja *planiranog stepena fleksibilnosti još u fazi projektovanja MS* je usvojeni *modularni prilaz* procesa razvoja, koji svojim brzim, efektivnim i efikasnim projektantskim i proizvodnim tehnikama omogućava značajno smanjenje vremena gotovosti procesa montaže. Za modularni prilaz od značaja su sledeći moduli:

- osnovni i
- nadgradni moduli.



Slika 1. Deo baze podataka osnovnih modula

¹ Fakultet tehničkih nauka, Institut za industrijsko inženjerstvo i menadžment, Trg Dositeja Obradovića 5, 21000 Novi Sad, Jugoslavija, e-mail:vukica@uns.ns.ac.yu



Slika 2. Prikaz nadgradnih modula

Osnovni moduli su radni sto i stolica, a kao nadgradne imamo module za rukovanje materijalom i za spajanje. Elementi modula se mogu izabrati iz odgovarajućih kataloga ili posebno projektovati, ako je to neophodno. U zavisnosti od njihovog načina izbora razlikujemo:

- *standardne* i
- *nestandardne* module.

3. PROJEKTOVANJE TMS PODRŽANO RAČUNAROM

U sadašnjem vremenu za koje je karakterističan eksplozivan razvoj novih tehnologija zasnovanih na primeni savremenih sredstava informacione tehnologije (računarske i druge opreme i programskih sredstava i alata) koja su na dosta visokom razvojnom nivou, projektovanje podržano računarom nije više futuristička ideja već realno zasnovana naučno-stručna disciplina koja u uslovima moderne proizvodnje i poslovanja prerasta u elementarnu potrebu. Uz oblikovanje *radnog mesta podržano računarom* danas je moguće obaviti celokupan proces projektovanja od razvoja konceptijskog modela objekta (proizvoda) do izrade i arhiviranja projektne dokumentacije što rezultira skraćanjem vremena trajanja procesa (od *par* do *nekoliko desetina* puta), kao i smanjenjem troškova izvođenja procesa u približno istim okvirima. Pored toga, kvalitet rezultata procesa je, po pravilu, povišen u odnosu na manuelno projektovanje, a rad na projektantskim poslovima i zadacima se maksimalno humanizuje.



Slika 3. Ručno-mehanizovano radno mesto projektovano primenom modularnog koncepta

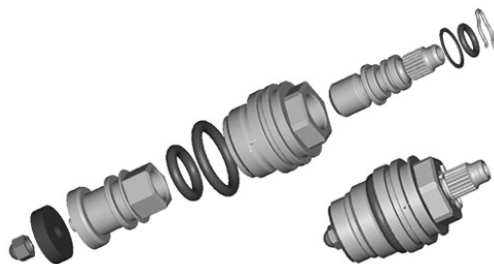
Automatizacijom postupaka projektovanja, sam proces projektovanja kompleksnih montažnih sistema je pojednostavljen. Prvo se oblikuje idejno rešenje TMS. Zatim se formira baza podataka svih dostupnih standardnih elemenata montažnog sistema (modula), a nakon idejnog rešenja oblikuje se sam prostorni model datog montažnog sistema.

3.1. PROJEKTOVANJE I IZBOR STANDARDNIH MODULA

Analiza postupaka projektovanja ručno-mehanizovanih MS primenom aplikativnog softvera Pro/ENGINEER, koja je obrađena u ovom radu upućuje na sledeće zaključke:

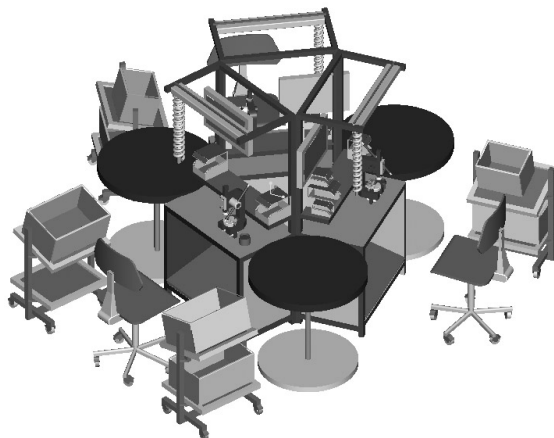
-Sa ciljem skraćanja vremena i smanjenja troškova razvoja fleksibilnih montažnih sistema, kao i u cilju povećanja kvaliteta projektovanih rešenja, potrebno je razvijati bazu podataka sa svim elementima potrebnim projektantu TMS-a.

-Konstrukciona dokumentacija za izradu tehnološkog postupka montaže proizvoda, treba da sadrži: dovoljan broj projekcija i preseka, potrebne oznake, specifikaciju elemenata, podatke o konstruktivnim i tehnološkim bazama, tolerancije, mase elemenata i masu proizvoda, posebne tehničke zahteve kojih se treba pridržavati u procesu montaže. Ako tehnolog pored konstruktivne dokumentacije poseduje i model proizvoda i/ili njegovih sklopova, to može znatno ubrzati proučavanje konstrukcije i razradu tehnološkog postupka montaže.



Slika 4. Eksplozivna šema jednog proizvoda

-Sistem i svi njegovi delovi, prikazani u Pro/ENGINEER-u, mogu se koristiti za generisanje radioničkih crteža, sastavnica elemenata proizvoda, eksplozivnih šema, koji omogućuju udobno projektovanje. Eksplozivna šema predmeta montaže formirana u ovom 3D modeleru predstavlja visokokvalitetnu izlaznu formu koja bi se koristila pri raznim analizama(definisanju elementarnih zahvata i njihovo povezivanje pri projektovanju tehnološkog postupka montaže kao i pri konstrukciji nosača baznog dela koji inače zahteva znatan utrošak vremena).



Slika 5. Ručno-mehanizovano radno mesto projektovano primenom modularnog koncepta

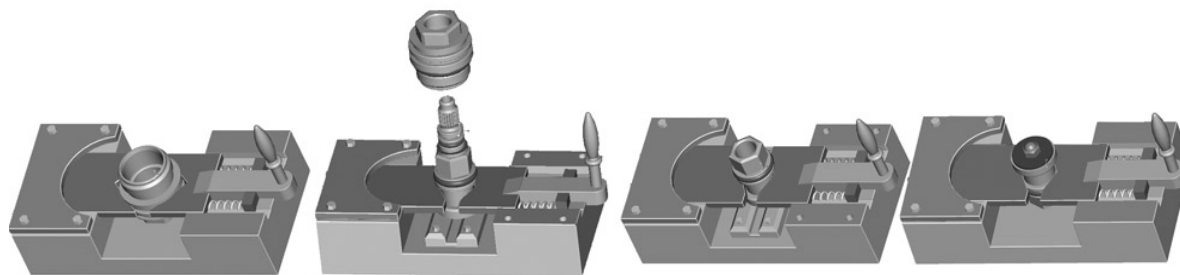
-Samo modeliranje u Pro/ENGINEER-u je deo kreativnog rada u toku projektovanja, a ne nakon završenog procesa osmišljavanja celog fleksibilnog montažnog sistema.

4. PROJEKTOVANJE I IZBOR NESTANDARDNIH MODULA

Nestandardni elementi su oni koji se, zbog svoje specifičnosti, nisu mogli naći u katalogima proizvođača, morali su se posebno projektovati. Idejna rešenja nestandardnih elemenata su data tokom projektovanja postupaka rada pri čemu su razrađene podloge u smislu gabaritnih dimenzija i načina funkcionisanja pribora i uređaja.

Razvoj i izgradnju modela sistema, karakteriše originalnost dizajna svih elemenata uz striktno poštovanje funkcije cilja projektovanja i datih ograničenja pri projektovanju. Iz toga sledi zaključak da se za sve elemente sistema mora razvijati nova konstrukciona i tehnološka dokumentacija, tako se realizacija projektovanog sistema u velikoj meri poskupljuje, kao i cena koštanja sistema (jer je izvesnost njegovog ponavljanja mala). Ovaj prilaz modeliranju je sve manje prisutan u praksi i danas se već može smatrati potpuno zastarelim.

Parametarski pristup projektovanju čini olakšano varijantno konstruisanje. Postojeća konstruktivna rešenja se mogu redefinisati, a preko familija sličnih elemenata, znatno uprostiti i ubrzati vreme konstruisanja TMS. U procesu konstruisanja delova sistem se formira od zapreminski definisanih tela koja sadrže odgovarajuće informacije realnog objekta. Svi ti geometrijski parametri se mogu koristiti za dizajn elemenata za pozicioniranje i stezanje delova koje treba montirati.



Slika 6. Držači baznog dela projektovani varijantnim pristupom u Pro/ENGINEER-u

Fizički oblik nekog dela u montaži je definisan veličinama dodeljenim atributima (prvenstveno dimenzionim kotama) njegovih osnovnih elemenata. Možemo ih redefinisati kasnije bilo kada, naravno u okviru određenih, realnih ograničenja koji se odnose na realne dimenzije tog osnovnog elementa. Svaka promena će se odraziti i u radioničkom crtežu i u montaži. Takođe možemo postavljati relacije između kota što olakšava manipulisanje sa više varijanti istog modela.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanog može se zaključiti da će u budućnosti projektovanje podržano računom postati uobičajeni način izražavanja i komunikacije između projekatanta, konstruktora proizvoda i projekatanta fleksibilnih montažnih sistema. Skraćenje životnog ciklusa proizvoda pred projektante tehnoloških montažnih sistema postavlja novi imperativ koji se ogleda u razvoju fleksibilnih tehnoloških sistema koji će biti otvoreni za česte promene kako u samom proizvodu, tako i u proizvodnom programu.

LITERATURA

- [1] Zelenović, D., Ćosić I.: *Montažni sistemi*, (Assembly Systems), Nauka, Beograd, 1991.
- [2] Ćosić I., Milić. D., Šešlija D.: *Montažni sistemi - Priručnik za vežbe*, (Assembly Systems – A Handbook for Practice), Nauka, Beograd 1991.
- [3] Krsmanović C., *Automatizacija postupaka projektovanja u industrijskom inženjerstvu (Automatization in the designing procedures in the Industrial Engineering)*, FTN, Novi Sad, 1997.
- [4] Simić, M., *Magistarski rad*, FTN 1999.
- [5] Jovanović, V., *Diplomski rad*, FTN 2001.
- [6] Toogood R., *Pro/ENGINEER Tutorial, Release 20/2000i*, Mechanical Engineering Technology, Indiana University Purdue University Indianapolis
- [7] BOSCH, *Manual workplace systems, Version 7.01*, Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- [8] Internet site www.ptc.com

Summary

In this work, a suggestion was given, based on the IIS (our Institute) approach to designing Technological Assembly Systems (TAS), for further design advancement of the manually – automated TAS with the use of the latest generation computer software which is based on a unique parametrical technology for solid modeling (Pro/Engineer). By using this approach, significant savings of time for designing and implementing the TAS are being achieved. Special attention has been given to the application of the modular concept in the development of TAS, and to the automatization of the designing procedures and choice procedures of standard and non-standard modules.

Key words: *module, technological-assembly systems, computer supported designing*

29. JUPITER KONFERENCIJA
29th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



25. simpozijum

NU * ROBOTI * FTS

Beograd, februar 2003.

NU – ROBOTI –FTS
NC - ROBOTS – FMS

Alsowani, M., Fotev, V. EFFECT OF TURBINE BLADE TOLERANCES ON THE AXIAL FLOW TURBINE PERFORMANCE	3.1
Bojović, B. ADEKVATNOST VAJERŠTRASOVE FUNKCIJE KAO MODELA OBRAĐENE POVRŠINE	3.5
Čaloska, J., Lazarev, J., Dudeski, L. UTICAJ RADNE DUŽINE MATRICE, POVRŠINE I POZICIJE PRAVOUGAONOG ALUMINIJUMSKOG PROFILA NA PROFIL IZLAZNIH BRZINA.....	3.9
Dašić, P., Petropoulos, G., Кузин, В. APROKSIMACIJA ZAVISNOSTI PROMENE PREČNIKA OBRADJE TOKOM VREMENA PRI STRUGANJU POMOĆU STEPENOG POLINOMA	3.14
Dimitrov, B., Dimitrov, I. IZBOR OBLIKA GNEZDA ZA OSTVARIVANJE VEZE EKSPLOZIJOM CEVI SA CEVNOM RESETKOM KOD IZMENJIVACA TOPLOTE.....	3.18
Dragulescu, D., Toth-Tascau, M., Iosif, D. IMPROVING THE PATH PLANNING PROCESS OF POTENTIAL FIELD USING THE POTENTIAL FIELD INFLUENCE PARAMETERS.....	3.22
Филатов, J., Сидорко, В., Скрјабин, В., Сидорко, В., Јашћук, В. ФИНИШНАЈА ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЈ ИЗ НЕМЕТАЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ИНСТРУМЕНТ ДЈА ЕЕ ОСУЏЕСТВЛЕНИ	3.26
Gatalo, R., Tabaković, S., Zeljković, M., Šaletić, S. PRILOG PRIMENI SAVREMENIH INŽENJERSKIH SREDSTAVA I METODA U PROCESU UNAPREĐENJA TEHNOLOŠKOG PROCESA IZRADJE KLJUČNIH KOMPONENTI AUTOMATA ZA ISTAKANJE GORIVA.....	3.29
Gečevska, V., Pavlovski, V., Kuzinovski, M. OPTIMAD - MODELING METHODOLOGY FOR OPTIMIZATION OF MILLING AND DRILLING PROCESSES.....	3.33
Jakovljević, Ž., Petrović, P. REKONSTRUKCIJA ROTACIONE PRESE ZA VULKANIZACIJU	3.37
Janjić, M., Domazetović, V., Vukčević, M. ODREĐIVANJE SPECIFIČNOG DEFORMACIONOG OTPORA METODOM KONAČNIH ELEMENATA.....	3.41
Kalajdžić, M. DINAMIČKA STABILNOST OBRADNIH SISTEMA	3.47
Kokotović, B. UNAPREĐENJE TESTOVA KRUŽNE INTERPOLACIJE NA NUMA POMOĆU TDBB - UREĐAJA.....	3.60
Кузин, В., Јећменика, R., Дашић, В. СТАБИЛИЗАЦИЈА ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЕРАМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	3.65
Lovre, M. UTICAJ ZAGREVANJA IGALA BRZOŠIVAČIH KONFEKCIJSKIH MAŠINA NA KVALITET ŠIVENJA I MOGUĆNOSTI HLAĐENJA IGALA.....	3.69
Mandić, V., Stefanović, M. PREVENCIJA DEFEKATA TEČENJA MATERIJALA U PROCESIMA OBRADJE DEFORMISANJEM - FIZIČKO MODELIRANJE I FEM SIMULACIJA.....	3.73

Мановицкий, А., Tanović, L.J., Puzović, R. ОБРАБОТКА ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ И ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ РЕЗЦАМИ, ОСНАЩЕННЫМИ КНБ.....	3.77
Mitrić, M. TWIST - OFF KRUNSKI ZATVARAČI.....	3.82
Momirović, V., Radić, V. SVOJSTVA, STRUKTURE I USLOVI UPOTREBE MATERIJALA DOBIJENIH ZAVARIVANJEM EKSPLOZIJOM	3.86
Petropoulos, G., Dašić, P., Pandazaras, C. THE SIGNIFICANCE OF EVALUATING SURFACE TEXTURE ANISOTROPY.....	3.90
Pilipović, M., Drobňjak, P. CNC OTVORENE ARHITEKTURE I MODERNIZACIJA NC MAŠINA.....	3.150
Radić, V. FORMIRANJE GRANICE PREKIDA PRI ZAVARIVANJU EKSPLOZIJOM VIŠE PLOČA	3.94
Radičević, B., Petrović, Z. POVIŠENJE POUZDANOSTI HIDRAULIČKIH SISTEMA PRIMENOM POSTUPKA REGENERACIJE ULJA	3.98
Radovanović, M., Đurić, S., Veselinović, S., Veljković, M. NEKE OD MOGUĆNOSTI REVITALIZACIJE OBRADNIH SISTEMA.....	3.102
Slavković, R., Rnjaković, M. NEKE KARAKTERISTIKE TEHNOLOGIJE IZRADI PLOČASTIH NOŽEVA ZA MLEVENJE PAPIRNE MASE	3.106
Sticlaru, C., Davidescu, A. STUDIES ON DYNAMIC BEHAVIOR OF A SLIDING BEARING RUNNING AT LOW SPEED.....	3.114
Stoilov, H., Angelov, N. CHOOSING A DESIGN OF CURVED GROOVES IN CIRCULAR SAW BLADES' BODY	3.118
Šljivančanin, M. PRIMENA LASERA U INDUSTRIJI OBRADJE KAMENA.....	3.110
Швец, С., Клименко, С. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ	3.122
Tanović, L.J., Klimenko, S., Kopeikina, M. НАВАНЈЕ РЕЗНИХ АЛАТА ОД СУПЕРТВРДИХ МАТЕРИЈАЛА.....	3.125
Veselinović, S., Đurić, S., Đorđević, L., Erčević, D. PRIMENA NOVIH TEHNOLOŠKIH REŠENJA U PROJEKTOVANJU I IZRADI KABINE GRAĐEVINSKIH MAŠINA	3.129
Водолазская, Н. ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА МНОГОЯРУСНОЙ РОТОРНОЙ СБОРКИ.....	3.134
Zeković, S. PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE I KONCEPT FLEKSIBILNE TEHNOLOŠKE ĆELIJE ZA BRZU IZRADU PROTOTIPOVA METALNIH DJELOVA.....	3.138
Zeljković, M., Andrić, J., Milojević, Z., Navalusić, S., Mihić, N. RETROFITING BRUSILICA NA PRIMERU CNC BRUSILICE ZA SPECIJALNE NAMENE.....	3.142
Živković, D., Bukumirović, M. PODMAZIVANJE LEŽAJEVA KOD VISEĆIH KONVEJERA KAO DEO NJIHOVOG PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA.....	3.146



Mahmoud Mohamed Alsowani¹, Vasko Fotev²

Effect of Turbine Blade Tolerances on The Axial Flow Turbine Performance

Abstract

By introducing the blade geometry parameters in the single stage impulse type turbine performance model, the blade geometry can be obtained and, the effect of the blade geometry tolerance can be plotted against the turbine out power, which in turn will effect the over all engine thrust. These geometrical parameters include blade height, thickness and the blade inlet and outlet angles. The effect not only will be in the out put power but also will be in the lifetime of the turbine bearing and seals as well as turbine balance. The results can be used to optimize the production and the quality control of turbine assembly.

1. Introduction

Developing optimization models for production and total quality control led to the need of studying and analyze the various production technologies, assembly technologies, inspection, and testing methods, statistical quality control, step and final inspections dimensioning, tolerances, and surface roughness and their influence on the turbine functional requirement (Time, cost, performance, and life). So, mathematical models for turbine performance, testing, inspections, quality control, assembly, and CAD/ CAM will be used to develop optimization models for production and total quality control.

2. Blade geometry description

The gas enters the cascade at an angle β_1 (fig 2) and leaves at an angle β_2 , both angles being measured from the axial direction. The chord line of the cascade is set at an angle γ to the axis and the central camber line of the blade may be stated geometrical shape (circular or parabolic). The blade is entirely specified by the camber line, stagger, thickness distribution and the spacing to chord ratio.

In some turbines particular aerofoil shapes may be used on circular or parabolic camber lines; other designers use a series of airfoils developed by the NACA in which the camber line and thickness are specified. In other turbines, the blade surface may be built up from shapes, which are easily machined (circular arcs and straight lines) while the more sophisticated designs will have blade shapes determined from the flow analysis.

The airfoil chosen here is symmetrical airfoil (fig 1) with circular convex and concave sides as well as leading and trailing edges and straight line connect between them, with constant flow area. So in this case the shape of the airfoil can be represent with low number of variables.

3. Turbine performance model

The turbine receives working fluid at high temperature and pressure, converts the energy in the fluid to mechanical energy, and the exhausts spent fluid at lower temperature and pressure. The mechanical energy is delivered to the turbo pump shaft where it is used to drive the pump. Turbine efficiency is a function of the turbine types, the number of stages, and the ratio of turbine pitch line velocity U to isentropic spouting velocity C_0 . Since the radial turbines are difficult to multistage and since rocket turbines U/C_0 are usually less than 0.4, axial turbines are more efficient (4). Another problem with the radial turbine is that, at

¹ Ms. Eng Mahmoud Mohamed Alsowani, PhD candidate, faculty of Mechanical Engineer, University of Beograd

² Doc. Dr Vasko Fotev, faculty of Mechanical Engineer, University of Beograd

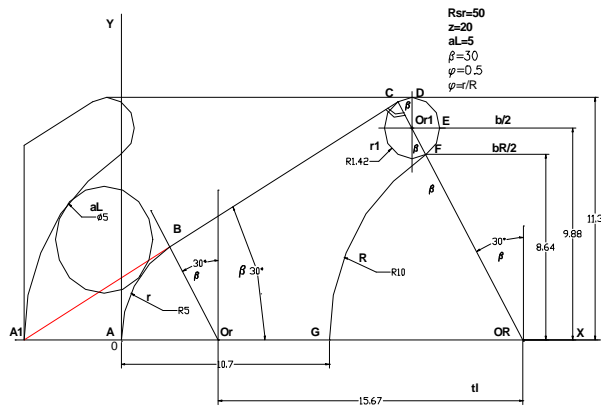


Figure. 1 Blade geometry description

the same U/C_0 it is heavier. Rocket engines have therefore used axial turbines exclusively. To maximize the energy available per unit of flow, the turbine inlet temperature and, for GG and tip-off cycles, pressure ratio generally are maximized. Since this will produce a high turbine isentropic spouting velocity C_0 and since a high U/C_0 is required to obtain a high efficiency. Turbine pitch line velocities are usually maximized, and due to the centrifugal stress, these velocities are limited. Gas generator cycle rocket engine applications will favor impulse turbines for their simplicity, high power to weight ratio, and low axial thrust. In some cases the turbine flow rate may be low enough to require partial admission turbine nozzles.

Rotor blades in impulse turbine (Fig. 1) transform a maximum of kinetic energy of the gases from nozzle into useful work. Theoretically, there should be no change of gas static pressure, temperature, or enthalpy in rotor blades. In actual operation, however, some gas expansion usually occurs. Furthermore, the actual gas flow through the rotor blades deviates from ideal flow because of friction, eddy currents, boundary layers, and reheating.

The velocity-vector diagram describes graphically the flow conditions of the rotor blades of a single stage, single rotor turbine at the mean diameter d_m . The gases enter the rotor blades with an absolute velocity C_1 and at an angle α_1 to the plane of rotation. The rotor blades have tangential or peripheral speed U at the mean diameter. The relative velocities at the blade inlet and outlet differ (i.e., $W_1 \neq W_2$) due to the friction losses. Ideally, the gas should leave the blades at very low absolute velocity C_2 and in a direction close to axial for optimum energy conversion in the blades. The forces generated at the rotor blades are a function of the change of momentum of the flowing gases.

For the objective of this work a two-dimensional analysis is sufficiently accurate. The flow velocity triangles are drawn for the mean radius condition.

4. Approach

After incorporating the blade geometry models with the performance model, the user will be able to predict the performance of the turbine as a function of the change in blade geometry. Although the example described some blade geometry parameters, but they are not only dimensions that can be included, any dimension that

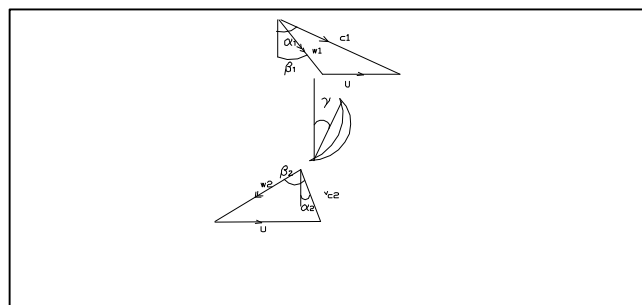


Figure.2 Rotor blades velocity diagram.

can be declared as an input to a performance model can be analyzed and the effect of tolerances can be estimated. Other component may include nozzle, tip clearances, and even shaft diameter. And the approach can be used for other engine component and over all engine performance can be plotted against any assembly, sub assembly and part tolerances.

The turbine blade can be produced by verity of production methods like Machining, Forging, and Casting, and even for same manufacturing process it can be manufactured in deferent manner for example producing the turbine wheel by casting it could be in the following manners: -

- Casting of the complete wheel (blades, disk and shaft together).
- Casting of the complete rotor (blades and disk) and then assembled to the shaft.
- Casting of the blade separately and the assembled to the turbine disk.

And every production technique has its on advantages and disadvantages from tolerances limits and cost consideration.

By studding the various production technology, material and the inspection process required for each production technology for the designed blade, and by estimating the cost of each process, one can specific the required processes for a given tolerance. According to the variations of the performance the produced blade can be sorted, and for a given mission the required blade can be selected. So there is no wasting of produced material. The tight tolerances blade will be used in constrained mission and the high order tolerance can be used in mission, which does not require high-level of accuracy.

5. Results

Computer program was written for calculating the blade geometry and another programs were made according to the blade geometry and, to obtained the tolerance effect of the blade throat, blade height and blade angles on the turbine performance. The result is presented in the following graphs. The graphs represent the value around the nominal tolerance value, with turbine out put power.

6. Conclusion

- According to the mission requirements the turbine assembly can be optimized and the allowed tolerances can be set according the performance required by the mission.
- It's well known that unnecessarily tight tolerances and surface specifications are a major cause of excessive manufacturing costs. Each manufacturing process is capable of producing a part to a certain surface finish and tolerance range. Earlier experience shows that smoother surfaces and tighter tolerance can be produced only at increased cost. Minimum cost can be set by selecting the optimum production and quality control process for given mission.
- The research has to be extended to cover all turbine assembly and sub assembly and after to develop over all turbine models for production and quality control.

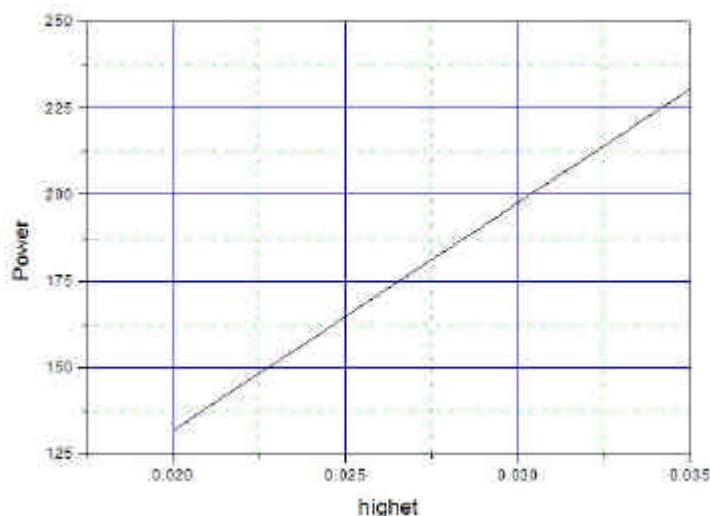


Fig 3 change in power with blade height

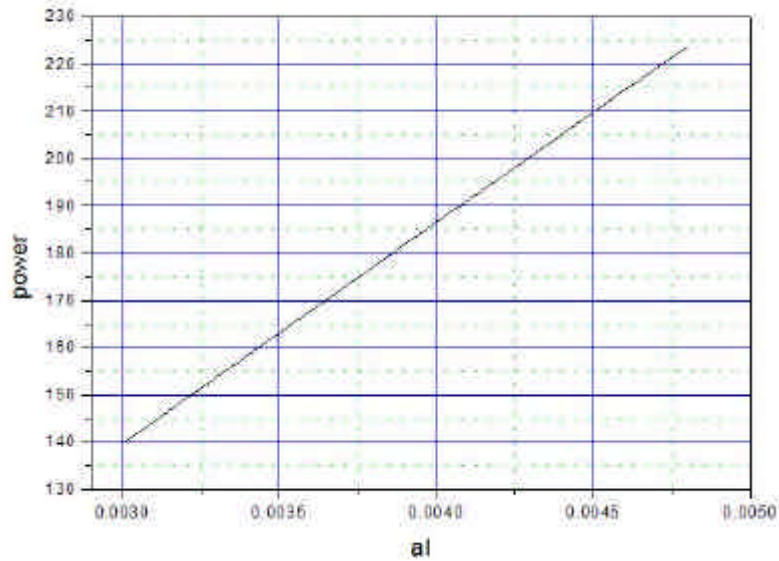


Fig 4 change in power with distance between two adjacent blades

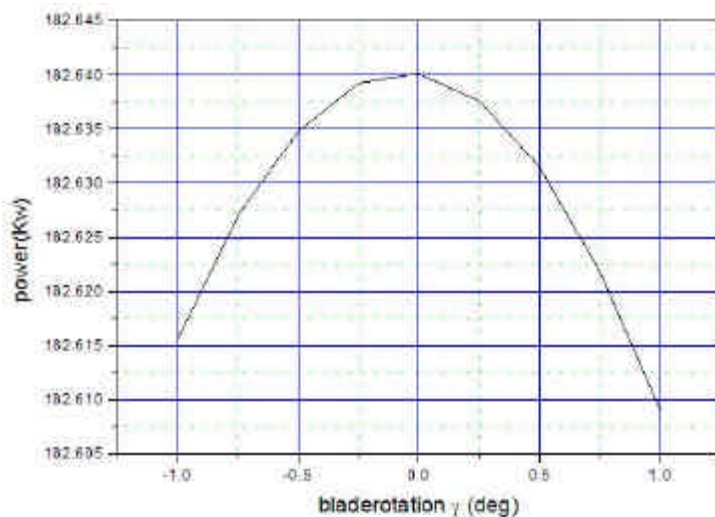


Fig 5 change of power with the blade rotation

7. References

1. Merhle F. Spotts, "Dimension and Tolerances for Quality Production ", Prentice, New Jersey, 2nd edition, 1983.
2. Dieter K Huzel, David H. Huang, " Modern Engineering Development of Liquid Propulsion Rocket Engines", AIAA Washington DC, 1st edition, 1992.
3. J. H. Horlock, " Axial Flow Turbines", Butterworth and company limited, Florida, 4th edition, 1985.
4. "Liquid Rocket Engine Turbines", NASA Monograph SP -8110, January 1974.
5. John A. Schey, "Introduction to Manufacturing Processes", McGraw-Hall, 2nd Edition, 1987
6. "Turbo Pump Systems for Liquid Rocket Engines", NASA Monograph SP -8107, January 1974.
7. S. Kalpakjian, S. R. Schmid, " Manufacturing Engineering and Technology", Prentice Hall, 4th Edition, 2000.



B. Bojović¹

ADEKVATNOST VAJERŠTRASOVE FUNKCIJE KAO MODELA OBRADENE POVRŠINE

Rezime

Primena fraktalnog pristupa u tehnologiji površina je, na Mašinskom fakultetu u Beogradu, pružila Vajerštrasovu funkciju, kao model profila obrađene površine. Ovaj rad razmatra uticaj parametara Vajerštrasove funkcije na adekvatnost modela. Uticajni parametri su fraktalna dimenzija, dužina talasa i najveća amplituda zapisa. Oni odgovaraju, respektivno, parametru hrapavosti, koraku brazde i najvećoj visini neravnina kod profila obrađene površine.

Ključne reči: Vajerštrasova funkcija, fraktalna dimenzija, adekvatnost modela

1.0 UVOD

Vajerštrasova funkcija je stvorena kao kontraprimer prihvaćenom stavu da neprekidna funkcija mora biti i diferencijabilna. Vajerštras nikada nije publikovao svoje otkriće, mada ga je na Berlinskoj akademiji izneo još 1872. Rejmond je u njegovo ime izvestio javnost o postojanju neprekidne i nediferencijabilne funkcije 1875., čime je započela kriza u matematici [7]. Originalna Vajerštrasova funkcija je oblika:

$$W_o(t) = \left(1 - b^{2D-4}\right)^{-1/2} \sum_0^{\infty} b^{D-2} e^{2\pi i b^{D-2} t} \quad (1.1)$$

gde je b neparan broj veći od 1, a koeficijent D ima vrednost u intervalu $\log_b\left(1 + \frac{3\pi}{2}\right) < D < 2$.

Kao što su konusni preseki grčkih matematičara našli primenu dosta kasnije u predstavljanju planetarnih orbita, tako je i Vajerštrasova funkcija našla primenu u fraktalnoj geometriji XX veka.

2.0 PRIMENA VAJERŠTRASOVE FUNKCIJE U TEHNOLOGIJI POVRŠINA

Različiti fraktali od teorijske i praktične važnosti se javljaju u vidu grafa funkcija. Mnoge pojave ispoljavaju fraktalna svojstva kada se prikažu kao zapisi vremenski zavisne funkcije. Neprekidni i vrlo nepravilni zapis funkcije je fraktalni objekat dimenzije veće od jedan i manje od 2 i ispešno se može modelirati Vajerštrasovom funkcijom. Jedna od mogućih primena je u tehnologiji površina u modeliranju profila obrađene površine.

Lopez sa saradnicima [5] ističe podobnost Vajerštrasove funkcije za fraktalni pristup modeliranju obrađene površine, koja je data navedenim izrazom:

$$W_M(x) = A \sum_{-\infty}^{\infty} a_n \frac{(1 - e^{2\pi\gamma^n x})}{\gamma^{nH}} e^{n\phi_n} \quad (2.1)$$

gde je A faktor skaliranja, parametar γ uvek veći od jedinice, faza ϕ_n slučajan broj iz intervala $[0, 2\pi]$, a_n koeficijent koji odgovara jediničnoj varijansi. Harstov eksponent H je indikator hrapavosti. Sa porastom H glatkost površine je bolja. Istraživanja bazirana na ovako definisanoj funkciji, su obuhvatala simuliranje profila za različite vrednosti Harstovog eksponenta i proveru stepena poklapanja sa izmerenim podacima.

¹ mr Božica Bojović, dipl. inž. maš., Mašinski fakultet u Beogradu, (011)3370-760/239, ARAB@alfa.mas.bg.ac.yu

Vajerštrasova funkcija izložena u radovima Mažamdara i Tjena je, prema [6], data izrazom:

$$z(x) = A^{(D-1)} \sum_{n=n_1}^{\infty} \frac{\cos 2\pi\gamma^n x}{\gamma^{(2-D)n}} \quad (2.2)$$

gde je vrednost fraktalne dimenzije $1 < D < 2$. Parametar γ određuje gustinu spektra i relativnu faznu razliku između spektralnih modova i obično iznosi 1,5. Karakteristična dužina razmere A je nezavisna od frekvence i definisana položajem spektra duž ose snage. Parametar n_1 odgovara donjem pragu frekvence profila koja zavisi od referentne dužine. Spektar snage kao Furijeova transformacija autokorelacije za Vajerštrasovu funkciju je diskretan i predstavljen relacijom:

$$\hat{S}(\omega) = \frac{A^{2(D-1)}}{2} \sum_{n=n_1}^{\infty} \frac{\delta(\omega - \gamma^n)}{\gamma^{(4-2D)n}} \quad (2.3)$$

Poređenjem teorijskog spektra snage Vajerštrasove funkcije sa eksperimentalnim spektrom obrađene površine, se uvodi zavisnost fraktalne dimenzije profila i nagiba na dijagramu sa duplom logaritamskom skalom. Spektar svih površina dobijenih eksperimentalnim putem sledi transcendentni zakon, koji je suštinska karakteristika fraktalnih objekata. Spektar snage je potrebno definisati samo do kritične frekvence f_c , ispod koje se površina ponaša kao neobrađena. Može se na osnovu eksperimentalnih rezultata zaključiti da je f_c veća kod finijih obrada.

U okviru istraživanja Dodža, Lakmana i Kišnika [4] korišćena je Vajerštrasova funkcija oblika:

$$z(x) = Z_0 (1 - \gamma^{D-2}) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos(2\pi\gamma^n \frac{x}{L} + n\phi)}{\gamma^{(2-D)n}} \quad (2.4)$$

gde je D fraktalna dimenzija u intervalu $1 < D < 2$. Z_0 je koeficijent za podešavanje, tj. prilagođavanje krive realnoj razmeri, a predstavlja najveću amplitudu krive. L je najveća dužina vala krive. Parametar γ smanjuje dužinu vala između dva uslova i iznosi 1,5. Dodatni fazni pomeraj bitan za rekonstrukciju krive ϕ je proizvoljno izabrana vrednost. Prilikom modeliranja korišćeni su spektri snage za empirijske podatke dobijene merenjem profila površine i za Vajerštrasovu funkciju, koji je dat sledećim izrazom:

$$S(f) = \frac{Z_0^2 (1 - \gamma^{D-2})^2}{2 \ln \gamma} \frac{L}{(fL)^{5-2D}} \quad (2.5)$$

gde je f prostorna frekvencija. Na dijagramu sa duplom logaritamskom skalom spektar snage Vajerštrasove funkcije je prava linija. Izborom fraktalne dimenzije D i amplitude Z_0 utiče se na položaj prave linije koja modelira logaritmovane tačke empirijskih podataka. Koeficijentom regresije se određuje stepen primenljivosti fraktalnog modela na realan profil. Zavisnost maksimalne visine neravnina profila od referentne dužine za realnu površinu i Vajerštrasovu funkciju omogućava utvrđivanje domena fraktala. U okviru istraživanja je dokazana linearna zavisnost između fraktalne dimenzije i istezanja, a dalje se teži ka postavljanju zakonitosti između lokalnog uticaja karaktera površine na trenje u procesu oblikovanja lima.

Vajerštrasova funkcija kao matematički model za profil obrađene površine obezbeđuje informacije iz spektra snage, čime je omogućena uspešna simulacija profila. Ovako izvedena simulacija površina ima sledeće prednosti:

- neuslovljenost filtriranjem pri merenju fraktalnih profila,
- smanjenje potrebe za intenzivnim eksperimentalnim radom uvođenjem karakterističnih parametara za različite metode obrade i kreiranjem veštačkih profila,
- korišćenjem pojava slučajnog karaktera uslovljenih kvalitetom obrađene površine.

3.0 MODELIRANJE PROFILA OBRADENE POVRŠINE

3.1 Eksperimentalni rezultati

U radu su prikazani podaci na osnovu kojih je i izvršeno modeliranje na primeru jednog poprečnog profila brušene površine pločice od rezne keramike. Podaci su izdvojeni iz obuhvatnije eksperimentalne analize sprovedene u [2], koja je podrazumevala snimanje profila profilometrom Talysurf Model 3, akviziciju podataka modularnim sistemom ED 2000 i konvertovanje u digitalni zapis preko softvera Labtech Notebook, V5.1. Digitalni signal zapisa profila, kao promena napona u vremenu, je predstavljao ulaznu datoteku za programski paket Matlab u kome je izvršena dalja obrada podataka primenom postojećih i

razvijenih aplikacija. U okviru [2] određena su tri uticajna parametra Vajerštrasove funkcije:

1. Najveća amplituda zapisa Z_o predstavlja usrednjenu vrednost standardom definisane najveće visine neravnina. Za izabranu pločicu $Z_o=2,5605\mu\text{m}$ što odgovara, prema osnovnom kriterijumu, prethodno određenom kvalitetu obrade N5.
2. Dužina talasa L je izdvojena iz spektra snage signala profila. Primenjena spektralna analiza je bazirana na Volčovoj metodi sa Hening prozorom. Na dijagramu spektra snage sa duplom linearnom skalom prvi vrh određuje frekvencu koja odgovara najvećoj dužini talasa. Za većinu zapisa, L ima vrednost približnu onoj koliko prema standardu iznosi korak brazde, odnosno $L=100\mu\text{m}$.
3. Fraktalna dimenzija D je određena metodom konture, koja se bazira na dijagramu zavisnosti relativne dužine konture od razmere u duploj logaritamskoj skali. Reprezentativna vrednost fraktalne dimenzije površine obrađene konvencionalnim metodom se može smatrati usrednjena vrednost za profile u poprečnom pravcu, koja za izabranu pločicu iznosi $D=1,4651$.

3.2 Postavka Vajerštrasove funkcije

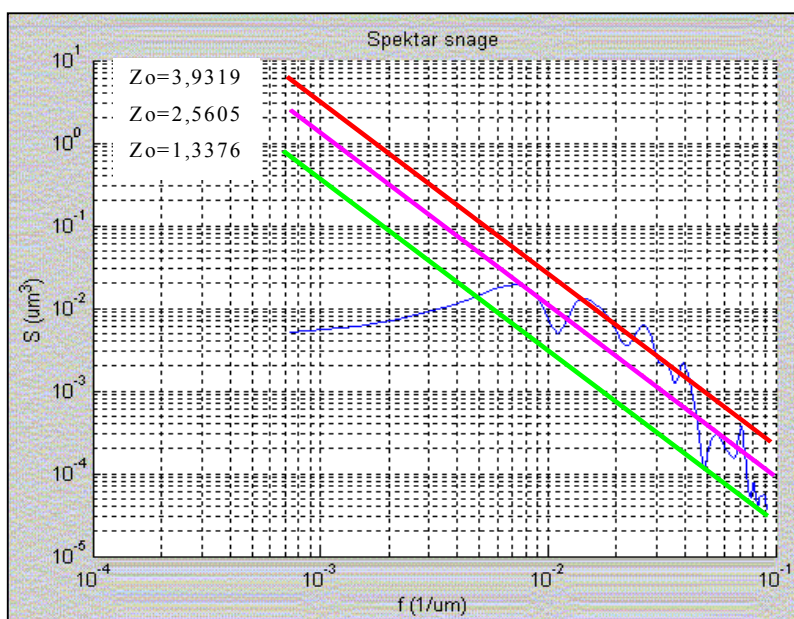
Usvojene vrednosti fraktalne dimenzije D , amplitude Z_o i dužine talasa L predstavljaju parametre koji omogućavaju generisanje Vajerštrasove funkcije kao modela profila obrađene površine. Generisanje Vajerštrasove funkcije, prema relaciji 2.4 preuzetoj iz [4], omogućava aplikacija razvijena u Matlab-u, koja obezbeđuje i uvid u izgled modela. U okviru rada je generisan model profila obrađene površine za sledeće vrednosti parametara: $D=1,4651$, $L=100\mu\text{m}$, $Z_o=2,5605\mu\text{m}$.

Za generisani model određen je spektar snage prema relaciji 2.5 preuzetoj iz [4]. Spektar snage zapisa realnog profila obrađene površine u duploj logaritamskoj skali, predstavlja eksperimentalni spektar snage koji sadrži linearni deo, prikazan na slikama 1 i 2. Taj deo ukazuje na fraktalno ponašanje i on je modeliran pravom linijom, tj. spektrom fraktalnog objekta. Spektar snage Vajerštrasove funkcije ima oblik prave 3.1 i predstavlja teorijski spektar snage.

$$\log S = 2\log Z_o + \log \frac{(1 - \gamma^{D-2})^2}{2\ln \gamma} - (4 - 2D)\log L - (5 - 2D)\log f \quad (3.1)$$

gde je $\log f$ nezavisno, a $\log S$ zavisno promenljiva.

4.0 ADEKVATNOST MODELA



Slika 1. Uticaj amplitude na adekvatnost modela profila

na ordinati, nije ni bilo predmet razmatranja. Jednačina prave za navedeni slučaj postaje:

$$\log S = 2\log Z_o + C - (5 - 2D)\log f \quad (4.1)$$

Na slikama 1 i 2 su dati istovremeni prikaz teorijskog i eksperimentalnog spektra snage u duploj logaritamskoj skali. Prema 3.1 fraktalna dimenzija određuje koeficijent pravca prave. Odsečak na ordinati je definisan najvećom amplitudom krive, koja ima najveći uticaj i najvećom dužinom talasa krive, čiji je uticaj manji. U ovom radu je analiziran uticaj parametara Vajerštrasove funkcije na adekvatnost modela, tj. na stepen poklapanja prave sa linearnim delom eksperimentalnog spektra. Razmatrane su prave dobijene za ekstremne i usrednjene vrednosti parametara preuzete iz eksperimentalnih podataka iz [2]. Kako je rasipanje vrednosti dužine talasa prema [2] vrlo malo, a time i slabog uticaja na veličinu odsečka

gde je C konstanta koja obuhvata ostale manje uticajne sabirke. Sa slike 1 se jasno uočava uticaj Z_0 na položaj prave, tj. na njeno vertikalno pomeranje sa uvećanjem vrednosti parametra. Na slici 2 je prikazan uticaj D na položaj prave, tj. na uvećanje njenog nagiba sa smanjenjem vrednosti parametra. Usrednjene vrednosti najveće amplitude i fraktalne dimenzije su upravo one za koje se dobija najadekvatniji model profila.

5.0 ZAKLJUČAK

Nakon modeliranja profila obrađene površine Vajerštrasovom funkcijom, bilo je neophodno proveriti adekvatnost modela. U okviru

[2] adekvatnost je potvrđena stepenom poklapanja pravca prave teorijskog spektra snage sa pravolinijskim delom eksperimentalnog spektra snage i veličinom odstupanja parametara hrapavosti modela od onih koji su sračunati za realne profile prikazanom. Razmatrajući uticaj najveće amplitude i fraktalne dimenzije na položaj prave, koja predstavlja teorijski spektar snage u duploj logaritamskoj skali istaknut je, u ovom radu, njihov uticaj na adekvatnost modela profila.

B. Bojovic

WEIERSTRASS FUNCTION ADEQUACY LIKE MACHINING SURFACE MODEL

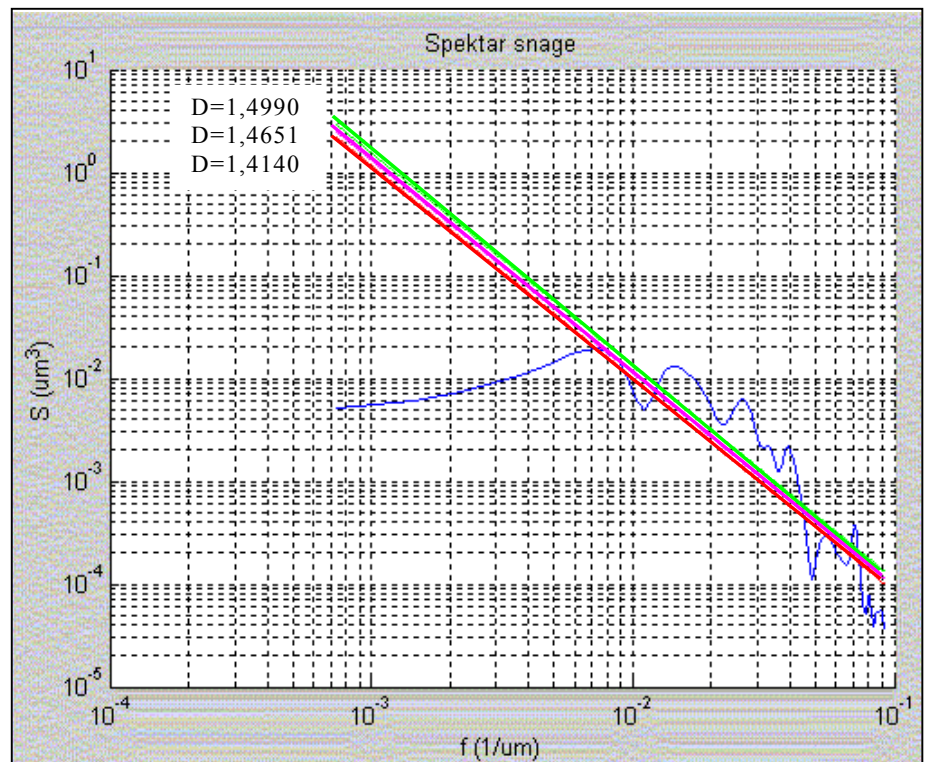
Summary

Fractal approach in surface technology application on Mechanical faculty in Belgrade offers Weierstrass function like machining surface profile model. This paper consider Weierstrass' parameters influence on model adequacy. Influencing parameters are the fractal dimension, the wavelenght and the greatest amplitude. Those reference to roughness parameter, the spacing of irregularities and the greatest roughness height of machining surface profile.

Key words: Weierstrass function, Fractal Dimension, Model adequacy

LITERATURA

- [1] Aračić, B., Kalajdžić, M., "Fractal Geometry and Surface Technology", HM'99, Kraljevo, 1999.
- [2] Aračić, B., 2D modeliranje obrađene površine primenom fraktalne geometrije; Magistarska teza, Beograd, 2000.
- [3] Bojović, B., "Modeliranje obrađene površine Vajerštrasovom funkcijom", Zbornik radova 28. Jupiter konferencije, str. 3.31-3.35, 2002.
- [4] Doege, E., Laackman, B., Kischnick, B., "Fractal Geometry Used for Characterisation of Sheet Surfaces", Annals of CIRP Vol. 44/1, pp. 197-200, 1995.
- [5] Lopez, J., Hansali, G., Zahouani, H., Le Bosse, J., Mathia, T., "3D Fractal-based Characterisation for Engineering Surface Topology", Int. J. Mach. Tools Manufact., Vol. 35, No 2, pp. 211-217, 1995.
- [6] Majumdar, A., Tien C., "Fractal Characterisation and Simulation of Rough Surfaces", Wear No. 136, pp. 313-327, 1990.
- [7] Mandelbrot, B., "Fractal Geometry of Nature", W.H. Freeman, New York, 1983.



Slika 2. Uticaj amplitude na adekvatnost modela profila



D-r Jasmina Čaloska¹, D-r Jovan Lazarev², D-r Ljuben Dudeski³

UTICAJ RADNE DUŽINE MATRICE, POVRŠINE I POZICIJE PRAVOUGAONOG ALUMINIJUMSKOG PROFILA NA PROFIL IZLAZNIH BRZINA

Abstract:

Ispitivanje profila izlaznih brzina kod istiskivanja različitih profila predstavlja predmet intenzivnih istraživanja u industriji proizvodstva aluminijumskih profila. Poznati ravnomerni profil izlaznih brzina garantuje dobar kvalitet istisnutog profila. Imajući u predvid dosadašnja istraživanja kod nas i u svetu, kao i praktično iskustvo autora u saradnji sa konstruktorima alata, izdvaja se uticaj sledećih faktora:

- površina poprečnog preseka profila (odnos strana pravougaonog profila a/b),
- rastojanje centra profila od centra matrice (R), i
- radna dužina profila matrice (l).

U radu je realizirano eksperimentalno istraživanje uticaja ovih faktora kao i njihov međusebni uticaj na izlaznu brzinu pravougaonog aluminijumskog profila koristeći metod faktornog eksperimenta.

1. Metod planiranja eksperimenta

Ideja ispitivane problematike u ovom radu proizlazi iz proizvodnih problema u konstrukciji alata u industriji za proizvodnju aluminijumskih profila. Prilikom analize više istraživanja kod nas i u svetu, kao i iz praktičnog iskustva autora u saradnji sa konstruktorima alata proizišlo je da su uticaji faktora:

- površina poprečnog preseka profila,
- rastojanje centra profila od centra matrice (R), i
- radna dužina profila matrice (l),

prioritetni u istraživanju pomenute problematike.

Iz ovih razloga pristupilo se realizaciji eksperimentalnog istraživanja uticaja ovih faktora na izlaznu brzinu profila. Za njihovu analizu korišćen je metod faktornog eksperimenta.

Metod faktornog eksperimenta je posebno značajan za analizu složenih eksperimenata. Složeni eksperimenti sadrže uticaj više međusebno nezavisnih faktora, traju dugo i imaju velike materijalne troškove. U faktornom eksperimentu eksperimentalne jedinice moraju se napraviti u kombinaciji svih nivoa faktora, što znači da isti predstavlja sistem proba koji sadrži sve moguće kombinacije na nivo varirajućih faktora.

Pomoću faktornog eksperimenta dobija se matematički opis procesa u vidu polinomne jednačine:

$$y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n + b_{12}x_1x_2 + \dots + b(n-1)x_{n-1}x_n \quad (1.1)$$

Realizovana je serija eksperimenata u realnim proizvodnim uslovima varijajući dole navedene faktore:

- površina poprečnog preseka pravougaonog profila, analizirana kao odnos strana $a/b = 0,04-0,11$ (donja granica za profil sa dimenzijama $axb=4x90mm$ i gornja granica za profil sa dimenzijama $axb= 10x90mm$).
- radna dužina profila matrice $l= 2-12$ mm.,
- rastojanje centra profila od centra matrice $R= 0-60$ mm.(maksimalno moguće koje dozvoljava ploča alata).

Na osnovu metode planiranja eksperimenta korišćena je matrica tipa 2^3 , gde su sva tri faktora varirana na dva nivoa. Sa tim ciljem izrađene su matrice za istiskivanje pravougaonih profila na svih osam nivoa (slika 1).

¹ E-mail: jasmine@ereb1.mf.ukim.edu.mk

² E-mail: lazarev@ereb1.mf.ukim.edu.mk

³ E-mail: dude@ereb1.mf.ukim.edu.mk



Sl.1. Set matrica

Eksperimentalna ispitivanja su izvedena u realnim proizvodnim uslovima u pogonima fabrike A.D. "Alumina", na hidrauličnoj presi tipa SUTTON 2500, nominalnom silom 25 MN.

Uslovi procesa istiskivanja su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Uslovi procesa istiskivanja

1.	Dužina kontejnera	600 mm
2.	Prečnik kontejnera	210 mm
3.	Brzina klipa	7,5 mm/sek
4.	Temperatura bileta	773 ⁰ K
5.	Temperatura kontejnera	683 ⁰ K
6.	Temperatura matrice	673 ⁰ K
7.	Dimenzije cilindričnog bileta	φ200 x 500 mm

Profili su istiskivani iz aluminijumske legure, AlMgSi0,5.

Pomoću tačkastog markiranja u tačno određenom vremenskom intervalu izvršeno je merenje izlaznih brzina pravougaonih profila. Merna instalacija predstavlja pneumatsku instalaciju sa vremenom reakcije tačkastog markiranja od 0,75-2 sec. Rastojanje između markiranih tačaka izmereno je pokretnim merilom tačnošću od 0,01 mm.

Izlazna brzina je merena u sredini istisnutog profila. Za svaki nivo istisnuti su tri aluminijumski bileti. Brzina istisnutih profila merena je u sredini procesa istiskivanja, kada se isti stabilizuje.

2. Rezultati faktornog eksperimenta

U tabeli 2 prikazani su rezultati merenja izlaznih brzina u zavisnosti od odnosa strana pravougaonih aluminijumskih profila, radne dužine profila matrice i različite pozicije profila u odnosu na centar alata. Tabela 2 prikazuje minimalnu, maksimalnu, kao i srednju vrednost izmerene izlazne brzine na svakom nivou eksperimenta. Na dnu tabele 2 prikazani su osnovni nivo, interval varijacije, kao i gornji i donji nivo varirajućih faktora.

Tabela 2.

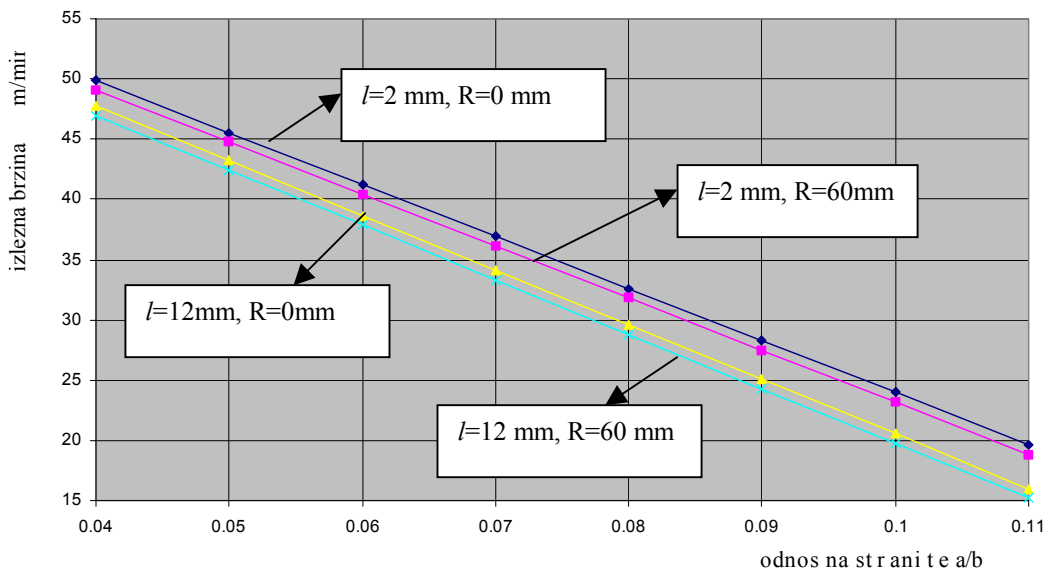
Nivo	$x_1(a/b)$	$x_2(l)$	$x_3(R)$	y_1	y_2	y_3	y_{sr}	Min	Max
1	0,04	2	0	50	49,6	49,4	49,67	49,4	50
2	0,11	2	0	19,5	19,7	19,66	19,62	19,5	19,7
3	0,04	12	0	48,26	47,8	47,9	47,99	47,8	48,26
4	0,11	12	0	16	15,9	16	15,97	15,9	16
5	0,04	2	60	49,96	48,5	48,7	49,05	48,5	49,96
6	0,11	2	60	19	18,9	18,8	18,9	18,8	19
7	0,04	12	60	46,7	46,7	46,6	46,7	46,6	46,7
8	0,11	12	60	15,44	14,9	15,6	15,3	14,9	15,6
Osnovni nivo	0,075	7	30						
Interval varijacije	0,035	5	30						
Gornji nivo	0,11	12	60						
Donji nivo	0,04	2	0						

Dobijeni rezultati obrađeni su primenom Ffed.5.5 programom, s ciljem da se dobije regresioni model predstavljen linearnom funkcijom.

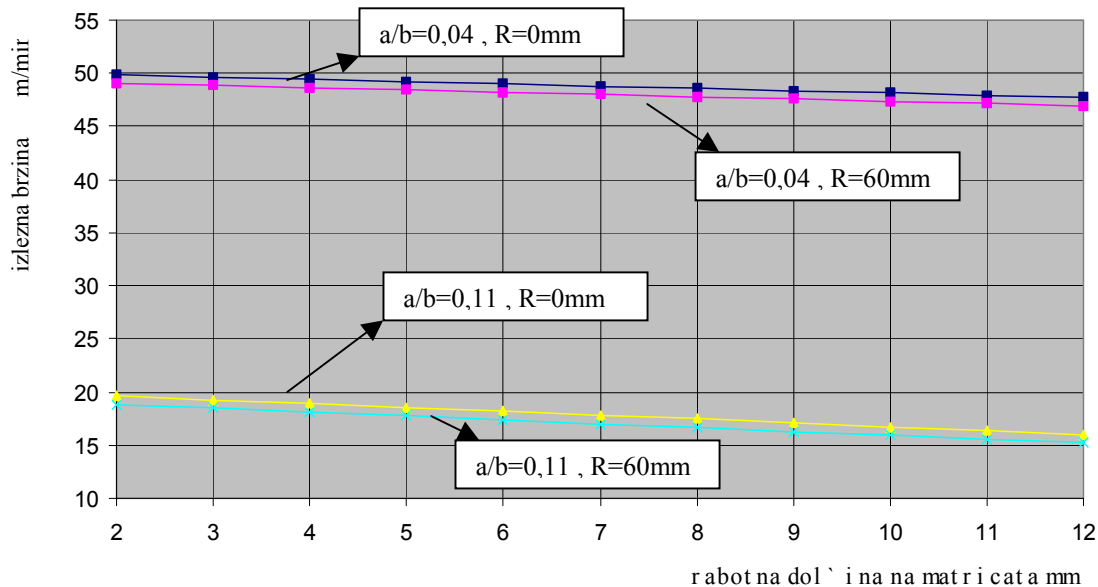
Regresiona jednačina 1.2 izražava zavisnost izlazne brzine istisnutih profila od ispitivanih varirajućih faktora: odnos strana pravougaonih profila, radna dužina profila matrice i rastojanje centra profila od centra matrice.

$$f(x) = 32.9138 - 15.4887X_1 - 1.4438X_2 - 0.4063X_3 - 0.3812X_1X_2 \quad (2.1)$$

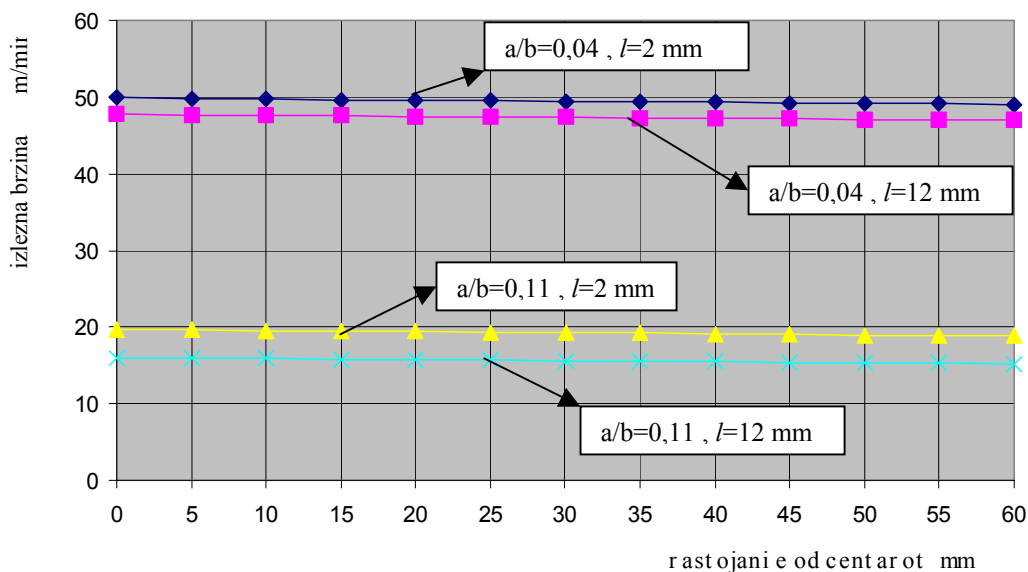
Sledeći dijagrami prikazuju zavisnost izlazne brzine istisnutih profila od pojedinih faktora na svakom nivou.



Sl.2. Dijagram uticaja odnosa strana na izlaznu brzinu istisnutog profila



Sl.3. Dijagram uticaja radne dužine profila matrice na izlaznu brzinu istisnutog profila



Sl.4. Dijagram uticaja rastojanja centra profila od centra matrice na izlaznu brzinu istisnutog profila

3. Zaključak

Na osnovu prikazanih dijagrama kao i jednačine kodiranih promenljivih, dobijene faktornim eksperimentom:

$$f(x) = 32.9138 - 15.4887X_1 - 1.4438X_2 - 0.4063X_3 - 0.3812X_1X_2$$

može se zaključiti:

- ◆ na veličinu izlazne brzine istisnutog profila najveći obratnoproportionalni uticaj ima površina poprečnog preseka profila,
- ◆ uticaj radne dužine profila matrice je obratnoproportionalni na veličinu izlazne brzine istisnutog profila,
- ◆ uticaj rastojanja centra profila u odnosu na centar matrice je obratnoproportionalan, međutim znatno manji u odnosu na uticaj radne dužine profila matrice,
- ◆ za razliku od pojedinačnog uticaja poprečnog preseka profila i radne dužine profila matrice, uzajamni uticaj je neznačajan i obratnoproportionalan,
- ◆ imajući u predvid da konstruktor alata nemože izvršiti promenu površine poprečnog preseka profila koji je definisan dimenzijama profila, jedino preostaje korekcija radne dužine profila matrice i pomeranje centra profila u odnosu na centar matrice.

Pravilnim izborom pomenutih faktora i njihovom korekcijom dobija se ravnomerni izlazni profil brzina koji garantuje kvalitetno istisnuti aluminijski profil.

THE INFLUENCE OF THE DIE'S WORKING LENGTH, SURFACE AND POSITION OF THE RECTANGULAR ALUMINIUM PROFILE TO THE EXIT VELOCITIES PROFILE

The one of the most investigated problems in the process of the Al extrusion is the exit velocities profile of the extruded parts. The uniform profile of the exit velocities guaranties high quality of the extruded profiles. Taking into consideration practical experience of the author, die designers' experience and known world's investigations, the most influence factors are separated:

- *Surface of the cross section of the extruded part*
- *Distance between center of the profile and center of the die*
- *Working length of the die's profile*

By using factorial experiment the exit velocities of the extruded rectangular profile are treated with dependence of the mentioned factors.

Literatura

- [1] J. Pantelić, Uvod u teoriji inženerskog esperimenta, Radnički Univerzitet, Novi Sad, 1976
- [2] J. Stanić, Metod inženerskih merenja, Mašinski fakultet, Beograd, 1990
- [3] M.Y. Shridhara, Aluminum Extrusion Die Design, Today and Tomorrow, Precision Dies and Tools Manufacturing, May 1990
- [4] Extrusion of Aluminum Alloys, Conference: 5-th International Aluminum Extrusion Technology Seminar, Vol.1, Chicago, Illinois, USA, May, 1992
- [5] Design and Construction of Extrusion Dies, 5th International Aluminium Extrusion Technology Seminar, Chicago, USA, 1992
- [6] A. Tripalo, Tehnologija prerade aluminija, Tehnicka knjiga, Beograd 1976
- [7] J. Caloska, J. Lazarev : Working length influence of the die's profiles to exit velocities in the process of Al- extrusion, ICPR-16, Prague, 2001
- [8] P. Kazanowski, W. Libura, Theoretical and Experimental Analysis of Extrusion with Different Die Geometry, 6-th ICTP, Sept, 1999



APROKSIMACIJA ZAVISNOSTI PROMENE PREČNIKA OBRADE TOKOM VREMENA PRI STRUGANJU POMOĆU STEPENOG POLINOMA

Rezime: U radu je data analiza aproksimacije zavisnosti promene prečnika obrade tokom vremena pri struganju pomoću polinoma 3-eg stepena. Koeficijent korelacije za navedeni primer eksperimentalnog istraživanja je $R=0,99731$ a srednja relativna greška eksperimenta je $\bar{a}_{rel}=0,00599\%$.

Ključne reči: obrada metala, struganje, rezni alati, regresiona analiza

1. UVOD

Habanje reznog alata, pri obradi metala rezanjem, u velikoj meri utiče na promenu prečnika obrade. Naravno, da bi proces obrade tekao u propisanom kvalitetu i toleranciji, potrebno je vršiti stalne programske korekcije alata na CNC mašinama alatkama, koje se mogu uzeti u obzir pri merenju prečnika obrade d . Programska korekcija alata se može realizovati pre početka obrade i-tog komada, da bi prečnik obrade bio u propisanoj toleranciji.

Odnos između prečnika obrade d i vremena obrade t daje se, najčešće, u uprošćenom obliku nezavisno od vrste obrade i materijala predmeta obrade, i drugih uslova koji prate proces ili se u proizvodnim uslovima direktno pretpostavlja na CNC mašini alatki pri realizaciji programske korekcije alata.

Tačnije veze između prečnika obrade d i vremena obrade t pri obradi rezanjem određuje se eksperimentalnim putem.

Pojedini autori navode da navedena zavisnost može biti stepena, eksponencijalna, logaritamska ili u obliku stepenog polinoma, što je predmet ovog rada.

2. USLOVI ISPITIVANJA

Regresiona, odnosno matematička, zavisnost između prečnika obrade d i vremena obrade t , pri uzdužnom struganju čelika Č4721 reznim alatom od prevučenog tvrdog metala, može se opisati kubnom regresijom ili polinomom 3-eg stepena:

$$d = f(t) = b_0 + b_1 \cdot t + b_2 \cdot t^2 + b_3 \cdot t^3 \quad (1)$$

Sva ispitivanja realizovana su u IMK "14. oktobar" u Kruševcu, pod sledećim uslovima:

- *tip zahvata:* uzdužno struganje,
- *materijal predmeta obrade:* čelik Č4721 žaren na dobru obradljivost;
- *mašina:* CNC strug MD5S,
- *rezni alat:* držač pločice PDJNL2525M15 sa izmenljivom pločicom DNMM150612 od prevučenog tvrdog metala PGP015 firme PP-Corun,
- *poluprečnik zaobljenja vrha alata:* $r=1,2$ [mm],
- *režimi obrade:* dubina obrade $a=0,8$ [mm], broj prolaza $i=1$, korak $s=0,25$ [mm/o] i brzina rezanja $v=180$ [m/min],
- *glavno mašinsko vreme:* $t_g=0,7$ [min],
- *zahtevana hrapavost obrađene površine:* $R_a=3,2$ [μm],

¹⁾ Mr Predrag V. Dašić, VTTŠ u Kruševcu i VTMS u Trsteniku, Yugoslavia, e-mail: dasicp@ptt.yu
Dr George Petropoulos, University of Thessaly, Volos, Greece, e-mail: gpetrop@mie.uth.gr
K.t.n. Kuzin Valeriy Viktorovic, MSUT "STANKIN" Moscow, Russia

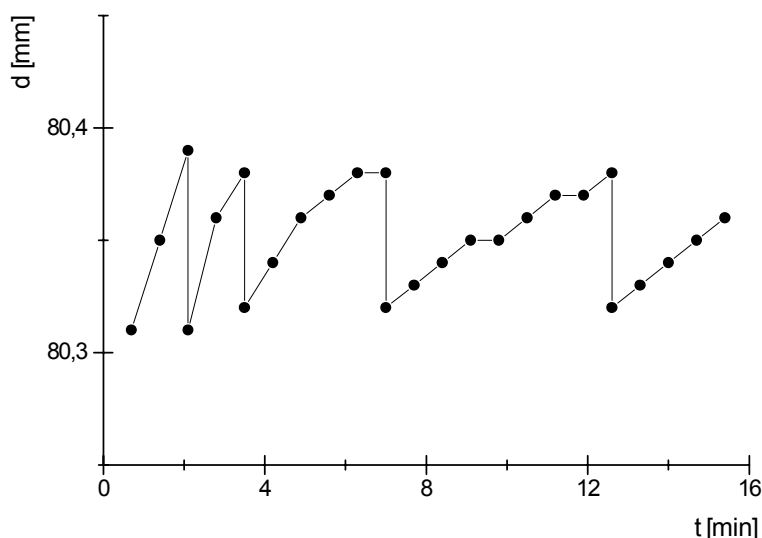
- *SHP*: emulzija sa količinom protoka tečnosti $Q=45$ [l/min] i pritiskom protoka $P=1,8$ [bar] i
- *uređaj za merenje prečnika obrade*: mikrometar.

U toku ispitivanja praćena je vrednost prečnika obrade $d=80,3^{+0,1}$ u [mm], čije su izmerene vrednosti posle obrade svakog komada, a u zavisnosti od vremena obrade t u [min], prikazane u tabeli 1.

Programska korekcija alata je realizovana pre početka obrade i -tog komada. Tako su vrednosti prečnika obrade d (tabela 1 i slika 1) dobijene oduzimanjem vrednosti programske korekcije alata $\Delta d'$ od izmerene vrednosti prečnika obrade d' ($d=d'-\Delta d'$). Sa ovako dobijenim i analiziranim vrednostima prečnika obrade d može se doći do stvarnog zaključka o uticaju vremena obrade t .

Tabela 1: Tabela prikaz izmerenih vrednosti prečnika obrade $d=80,3^{+0,1}$ u [mm] pri struganju čelika Č4721 reznim alatom od tvrdog metala

Red.br eksper.	Nezavisno promen.		Izmerene vrednosti			
	t [min]	lnt	d' [mm]	$\Delta d'$ [mm]	d [mm]	lnd
1.	0,7	-0,356675	80,31	-	80,31	4,385894
2.	1,4	0,336472	80,35	-	80,35	4,386392
3.	2,1	0,741937	80,39	-	80,39	4,386890
4.	2,8	1,029619	80,36	-0,08	80,44	4,387512
5.	3,5	1,252763	80,38	-	80,46	4,387760
6.	4,2	1,435084	80,34	-0,06	80,48	4,388009
7.	4,9	1,589235	80,36	-	80,50	4,388257
8.	5,6	1,722767	80,37	-	80,51	4,388381
9.	6,3	1,840550	80,38	-	80,52	4,388506
10.	7,0	2,945910	80,38	-	80,52	4,388506
11.	7,7	2,041220	80,33	-0,06	80,53	4,388630
12.	8,4	2,128232	80,34	-	80,54	4,388754
13.	9,1	2,208274	80,35	-	80,55	4,388878
14.	9,8	2,282382	80,35	-	80,55	4,388878
15.	10,5	2,351375	80,36	-	80,56	4,389002
16.	11,2	2,415914	80,37	-	80,57	4,389126
17.	11,9	2,476538	80,37	-	80,57	4,389126
18.	12,6	2,533697	80,38	-	80,58	4,389250
19.	13,3	2,587764	80,33	-0,06	80,59	4,389375
20.	14,0	2,639057	80,34	-	80,60	4,389499
21.	14,7	2,687847	80,35	-	80,61	4,389623
22.	15,4	2,734368	80,36	-	80,62	4,389747



Slika 1: Grafički prikaz izmerenih vrednosti prečnika obrade $d=80,3^{+0,1}$ u [mm], sa realizovanom programskom korekcijom alata pri struganju čelika Č4721 reznim alatom od tvrdog metala

3. ODREĐIVANJE PARAMETARA POLINOMA 3-eg STEPENA (KUBNA REGRESIJA)

Izračunavanje vrednosti parametara kubne regresije b_0 , b_1 , b_2 i b_3 realizuje se u matičnom obliku pomoću matične jednačine:

$$b = X^{-1} \cdot Y \quad (2)$$

Za eksperimentalne podatke navedene u tabeli 1 je: $b_0=80,2633$; $b_1=0,0761$, $b_2=-0,00707$ i $b_3=0,000238$.

Otuda jednačina kubne regresije ili polinom 3-eg stepena ima oblik:

$$\hat{d} = 80,2633 + 0,0761 \cdot t - 0,00707 \cdot t^2 + 0,000238 \cdot t^3 \quad (3)$$

Indeks krivolinijske korelacije R , prema [1, 2, 4], je:

$$R = \sqrt{1 - \frac{S^2}{S_y^2}} = \sqrt{1 - \frac{0,00077}{0,14353}} = 0,99731 \quad (4)$$

Odgovarajuća tablična vrednost R_t za ocenu signifikantnosti koeficijenta korelacije, za nivo značajnosti $\alpha=5$ [%] i broj stepeni slobode $r=22-4=18$, prema tabeli u knjizi [4], je:

$$R_t = 0,4438 \quad (5)$$

Pošto je:

$$R = 0,99731 > R_t = 0,4438 \quad (6)$$

ima osnove da se **hipoteza o signifikantnosti indeksa krivolinijske korelacije prihvati**, odnosno indeks krivolinijske korelacije R je signifikantan (značajan), na osnovu R -testa, za nivo značajnosti $\alpha=5$ [%] (pretpostavljena kubna regresija (3) dobro reprezentuje eksperimentalne podatke).

Računska vrednost F_r za ocenu adekvatnosti regresione jednačine, prema [1, 2, 4], je:

$$F_r = \frac{S_r^2}{S_e^2} = \frac{0,14276}{0,00004277} = 3337,24675 \quad (7)$$

Odgovarajuća tablična vrednost F_t za ocenu adekvatnosti regresione jednačine, za nivo značajnosti $\alpha=5$ [%] i broj stepeni slobode: $r_1=1$ i $r_2=22-4=18$, prema tabeli u knjizi [4], je:

$$F_t = 4,4139 \quad (8)$$

Pošto je:

$$F_r = 3337,2467 > F_t = 4,4139 \quad (9)$$

ima osnove da se **hipoteza o adekvatnosti regresione jednačine prihvati**, odnosno hipoteza o kubnoj regresiji (3) je adekvatna (saglasna) sa eksperimentalnim podacima, na osnovu F -testa, za nivo značajnosti $\alpha=5$ [%] (pretpostavljena kubna regresija (3) dobro reprezentuje eksperimentalne podatke).

Isti zaključak je izveden i na osnovu ocene signifikantnosti indeksa krivolinijske korelacije, nejednačina (6).

Na slici 2 prikazana je zavisnost između prečnika obrade d i vremena obrade t .

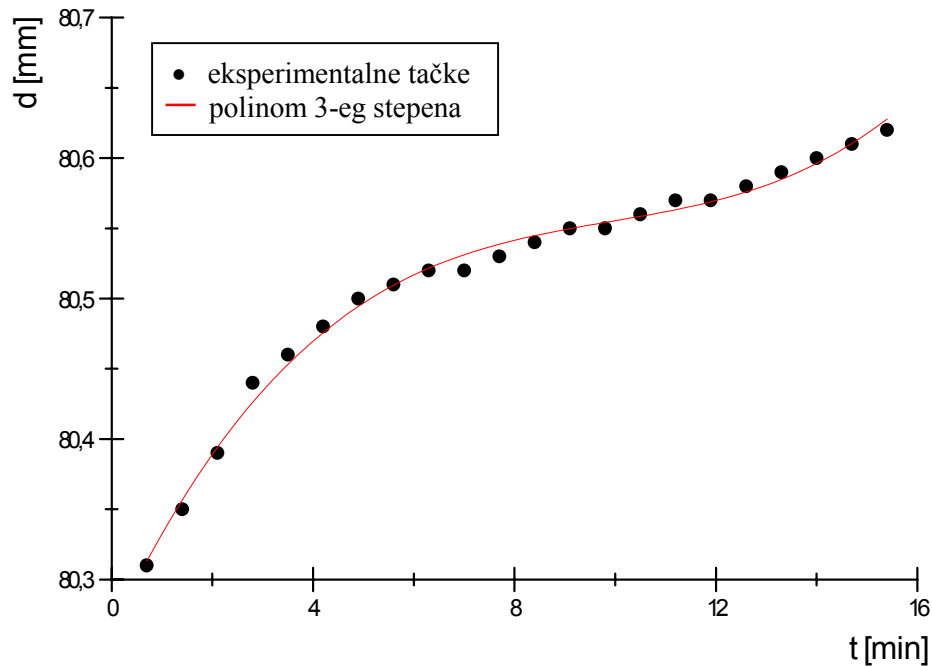
4. ZAKLJUČAK

Metodologija provere jednačine regresije prema koeficijentu korelacije R -test i F -testu je opšteg karaktera i može se primeniti generalno za analizu sličnih zavisnosti kod procesa i sistema.

Polinom 3-eg stepena (kubna regresija) dobro reprezentuje eksperimentalne podatke ($R=0,99731$ i $\bar{\alpha}_{rel}=0,00599$ %).

LITERATURA

- [1] Dašić P.: *Aproksimacija zavisnosti parametara hrapavosti obrađene površine pomoću polinoma 3-eg stepena*, Zbornik radova Savetovanja "Stanje i perspektive istraživanja i razvoja u hemijskoj i mašinskoj industriji" sa međunarodnim učešćem, s. 64-71, 22 - 24. oktobar 2001, Kruševac
- [2] Dašić P.: *Istraživanje procesa završne obrade na strugu čelika povećane tvrdoće reznim alatima od keramike*, Monografija (u pripremi)



Slika 2: Grafički prikaz eksperimentalnih tačaka i kubne regresije za navedeni primer zavisnosti $d=f(t)$

- [3] Dašić P.: *Research of processed surface roughness for turning hardened steel by means of ceramic cutting tools*, Abstracts of papers of 2nd World Tribology Congress, p. 522 and CD-ROM name of file M-51-29-055-DASIC.pdf p. 1-6, 3 - 7. september 2001, Vienna, Austria
- [4] Dašić P.: *Statistička obrada eksperimentalnih podataka, Knjiga 1: Jednofaktorna regresiona analiza*, Monografija, Kruševac, 2002
- [5] Dašić P.: *The analysis of possibilities of the approximation of machining process characteristics by power polynomial*, Summaries of 16th International Conference on Production Research - ICPR-16, Vol. 5, p. 43 and CD-ROM name of file 0715.pdf or K5.3 p. 1, 29. july - 03. august 2001, Prague, Czech Republic
- [6] Granovskiy I. G.: *Obrabotka rezulytatov eksperimentalnykh issledovaniy rezaniya metallov*, Mašinstroenie, Moskva, 1982.
- [7] Petropoulos G., Pandazaras C., Stamos I.: *Developing predictive models between selected texture parameters of turned surfaces*, Journal of the Balkan Tribological Association, Vol. 5 (1999) No. 3, p. 156-170
- [8] Stanić J.: *Teorija obrade metala I*, Mašinski fakultet, Beograd, 1986.

DEPENDENCE APPROXIMATION OF THE DIAMETERS CHANGE IN THE COURSE OF TIME FOR TURNING BY POWER POLYNOMIAL

Dašić P., Petropoulos G., Kuzin V. V.

Summary: In the paper gives analysis of approximation dependence of the diameters change in the course of time for turning by the 3rd power polynomial. Correlation coefficient for given example of experimental researching is $R=0,99731$ and mean relative error of experiment is $\bar{\alpha}_{rel}=0,00599\%$.

Key words: metalworking, turning, cutting tools, regression analysis



B.Dimitrov, I.Dimitrov¹

IZBOR OBLIKA GNEZDA ZA OSTVARIVANJE VEZE EKSPLOZIJOM CEVI SA CEVNOM REŠETKOM KOD IZMENJIVAČA TOPLOTE²

Rezime

Složenost tehnološkog postupka je naročito izražena pri vezivanju cevi i cevne rešetke od raznorodnih materijala. U radu se razmatra novi postupak zavarivanja i uvaljivanja cevi za cevnu rešetku eksplozijom kao i oblik gnezda u cevnoj rešetki za ostvarivanje veze cevi sa cevnom rešetkom. Posebno se daje oblik gnezda za ostvarivanje veze metodom uvaljivanja i metodom zavarivanja.

Ključne reči: izmenjivač toplote, zavarivanje eksplozijom, cevi

1. UVOD

Vezivanje cevi za cevnu rešetku može se ostvariti na više načina. Najčešći postupci koji se sreću u praksi su uvaljivanje i zavarivanje cevi za cevnu rešetku. Sama tehnologija pričvršćivanja u ovim postupcima je prosta. Međutim, priprema otvora u cevnoj rešetki zahteva njihovu obradu, što poskupljuje izradu cevne rešetke. Pri ostvarivanju veze veće čvrstoće otvori u cevnoj rešetki se izradjuju stepenasto ili sa odredjenim žlebovima, pa se čak u nekim izvedbama izradjuju i zavojni žlebovi. Posle izvršene pripreme otvora vezivanje cevi u ovim postupcima ostvaruje se cev po cev, što čini samu tehnologiju veoma neproduktivnom.

Novi postupak, o kojem je u ovom radu reč, ne zahteva nikakvu opremu niti posebne alate, već samo nekoliko grama eksploziva. Jedan od osnovnih faktora za ostvarivanje kvalitetne veze je izgled gnezda. Pod izgledom gnezda se u ovom slučaju podrazumeva: oblik otvora u cevnoj rešetki, oblik kraja cevi koji se postavlja u otvor, oblik i vrsta eksplozivnog punjenja kao i veličina zazoru između spoljnog prečnika cevi i zidova otvora cevne rešetke.[1]

2. PRIKAZ TEHNOLOŠKOG POSTUPKA

Tehnološki proces se sastoji u tome da se u otvore cevne rešetke, koji ne moraju biti strogo tačno izradjeni postavljaju cevi sa eksplozivom, kako je prikazano na slici 1.

Kao prenosna sredina koja služi za bolje prenošenje energije eksplozije na zidove cevi, mogu se koristiti voda, želatin, plastelin i dr. Način postavljanja svih elemenata u sklopu jednog otvora jasno se vidi na slici 1. Ovako pripremljeni otvori se povezuju magistralnim štapinom, kako bi se aktiviranje eksploziva izvršilo sa jedne strane i istovremeno. Način povezivanja otvora i aktiviranje eksploziva prikazan je na slici 1.

Proces spajanja cevi sa cevnom rešetkom odvija se u tri faze:

- 1) širenje cevi
- 2) zajedničko deformisanje cevi i cevne rešetke
- 3) elastično rasterećenje cevi i cevne rešetke

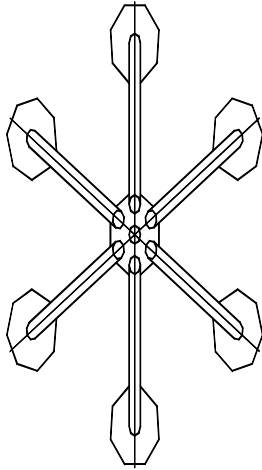
Veličina nastalog preklopa zavisi u prvom redu od pritiska i brzine međusobnog sudaranja, kao i dimenzija i mehaničkih karakteristika cevi i cevne rešetke.

Veliki uticaj na hermetičnost spoja imaju tehnološki parametri: zazor, prenosna sredina, hrapavost površine otvora cevne rešetke, kao i eksploziv sa svojim karakteristikama.

Početni zazor treba da bude po mogućnosti minimalan. Međutim to je vezano za kvalitet obradjene površine otvora kao i za selekciju cevi sa najmanjim odstupanjima po spoljašnjem prečniku što uslovljava i poskupljuje proces.

¹) prof.dr Bogoljub Dimitrov, Institut za bakar Bor, Zeleni Bulevar 35, 19210 Bor, e-mail: bogoljub@ibb.rtb.bor.ac.yu
Ivan Dimitrov dipl.ing.maš. Institut za bakar Bor, Zeleni Bulevar 35, 19210

² Istraživanja sprovedena u okviru projekta "Razvoj tehnologije uvaljivanja i zavarivanja cevi za cevnu rešetku izmenjivača toplote eksplozijom" – koji finansira MNTR Republike Srbije



Slika 1. Šema postavljanja gnezda

Na većini izmenjivača toplote veličina zazora se kreće u granicama [2]:

$$\eta/R = 0.015 - 0.05$$

pri čemu se donja granica odnosi na cevi od visoko otpornih materijala, a gornja granica za cevi od materijala niske čvrstoće (bakar, mesing i dr.) Gornji zazor vezan je za proces proširivanja (uvaljivanja) eksplozijom, dok se zazor pri zavarivanju cevi na osnovu originalnih istraživanja [4] može uzeti u sledećim granicama:

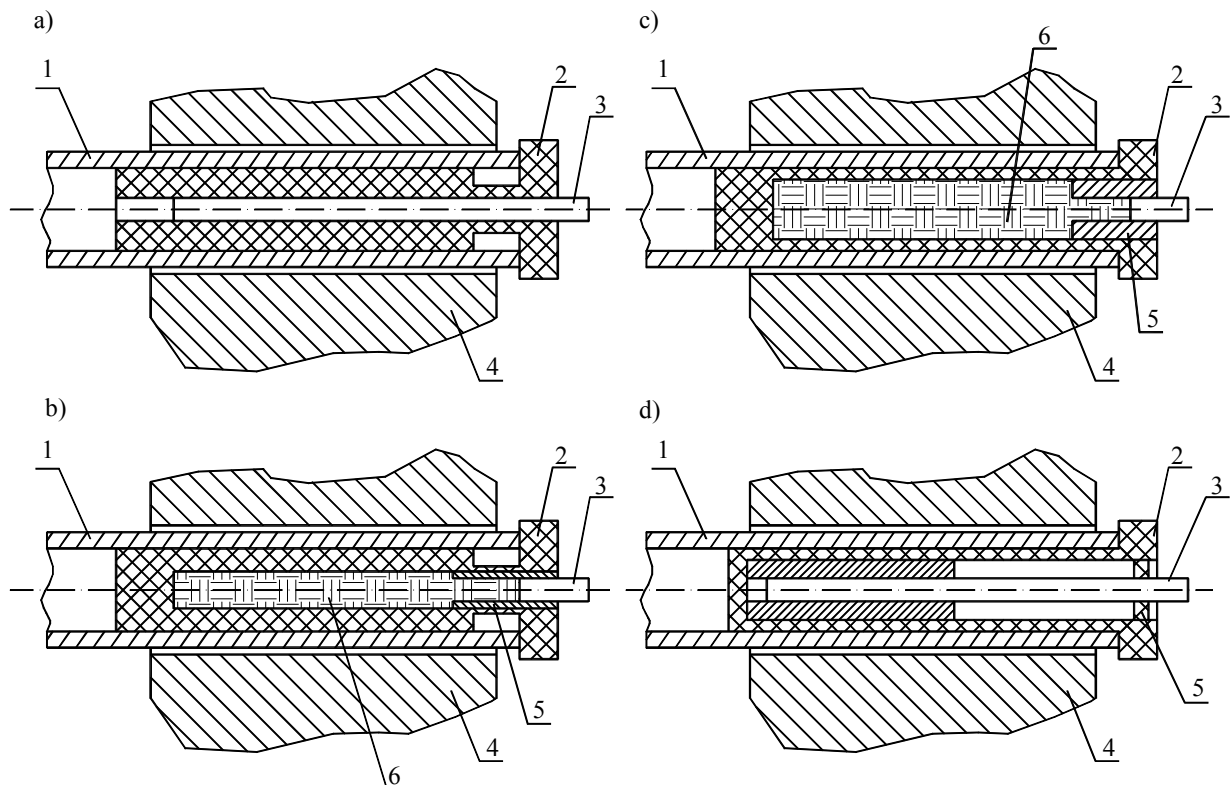
$$\eta = (0.5 \dots 0.8)S$$

gde je S – debljina cida cevi

Da bi se obezbedio kvalitetan zavareni spoj neophodno je kao i pri zavarivanju ravnih ploča obezbediti odgovarajući pritisak sudara, pri čemu brzina tačke kontakta mora biti manja od brzine prostiranja zvuka u metalima koji se zavaruju. Pritisak u zoni sudara ne može biti manji od $p > k\sigma_m$, gde je k koeficijent koji zavisi od mehaničkih karakteristika metala i kreće se u granicama $10 < k < 50$. Za materijal koji je žaren k se uzima na gornjoj granici, dok se za krte materijale k uzima na donjoj granici.

3. IZGLEDE GNEZDA

U zavisnosti od vrste spoja, da li se radi o postupku uvaljivanja ili zavarivanja, postoje u načelu i dva oblika gnezda. Na slici 2. prikazana su četiri oblika gnezda koja se odnose na proces uvaljivanja [3].



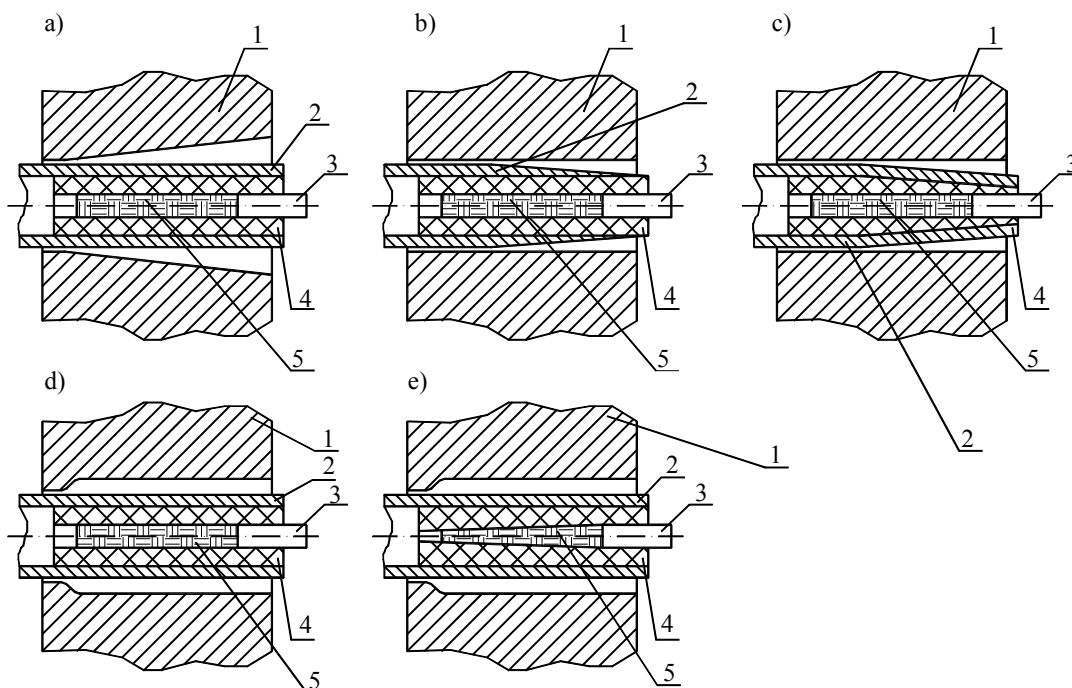
Slika 2. – Izgled gnezda za proces uvaljivanja: 1- cev, 2 – čaura za centriranje eksploziva, 3 – detonirajući štap, 4 – cevna rešetka, 5 – međučaura, 6 – eksploziv.

Ovi oblici gnezda se koriste kada su zevi privarene za cevnu rešetku čime je omogućeno centriranje cevi u odnosu na osu otvora. Na sl. 2a kao eksplozivno punjenje (poz. 3) iskorišćen je detonirajući štapin, a energija eksplozije se prenosi preko centrirajuće čaure (poz. 2), koja ujedno služi i kao prenosna sredina. Smanjeni prečnik centrirajuće čaure u početnoj zoni (zona prethodnog vara) omogućava stvaranje vazdušnog prostora između eksploziva i cevi, a u cilju smanjenja intenziteta udarnog talasa kako ne bi došlo do razaranja početnog vara. Isti takav efekat se dobija skraćanjem centrirajuće čaure što je prikazano na slici 2b.

Radi postizanja istog cilja, odnosno radi očuvanja od razaranja prethodnog vara u početnoj zoni se postavlja međučaura (poz. 5), koja se izrađuje od nemetalnih materijala male gustine a sa dobrim karakteristikama čvrstoće – sl.2c. Na sl.2d prikazana je kombinovana konstrukcija u kojoj je vazdušni međuprostor ostvaren smanjenjem prečnika centrirajuće čaure, a takodje kao i u prethodnoj konstrukciji ubačena je i međučaura što je dovelo do smanjenja prečnika eksplozivnog punjenja u tom delu.

Da ne bi došlo do proširenja pa i razaranja cevi iza cevne rešetke, eksplozivno punjenje se postavlja na nekom rastojanju od kraja otvora. Veličina koja to obezbeđuje kreće se od 2mm do 15mm, a određuje se eksperimentalno i zavisi od materijala i dimenzije cevi.

Na slici 3 prikazano je nekoliko vrsta gnezda koja se koriste u procesu zavarivanja cevi za cevnu rešetku.



Slika 3 – Oblik gnezda pri zavarivanju cevi za cevnu rešetku: 1 – cevna rešetka, 2 – cev, 3 – detonirajući štapin, 4 – prenosna sredina, 5 – eksploziv

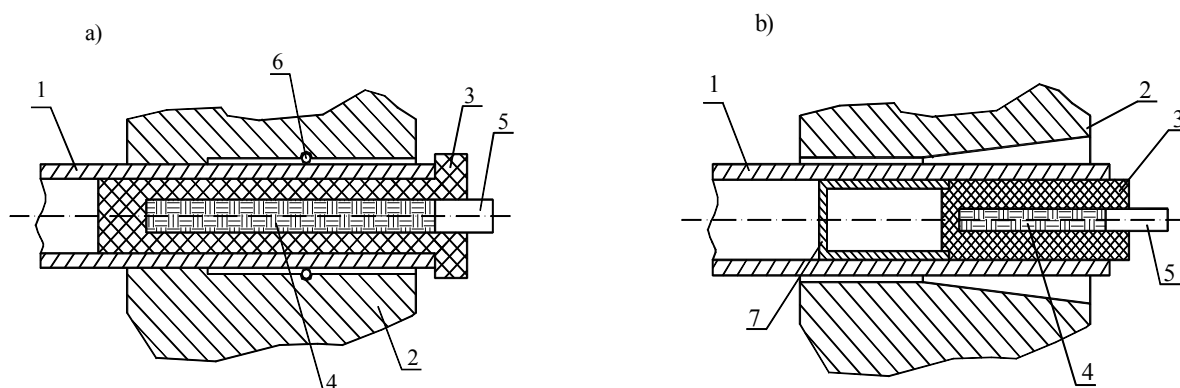
Najčešći izgled gnezda prikazan je na slici 3a. U ovom slučaju je otvor u cevnoj rešetki izrađen u obliku konusa. Veličina konusa zavisi od vrste eksploziva, materijala, i dimenzije cevi i cevne rešetke.

U nekim slučajevima se koristi gnezdo kod koga je konusnost između zidova cevi i otvora u cevnoj rešetki ostvaren na račun cevi. Konus može biti ostvaren ili mehaničkom obradom kraja cevi sl. 3b ili sužavanjem kraja cevi plastičnom deformacijom sl. 3c. Gnezda prikazana na slikama 3d i 3e takodje omogućuju ostvarivanje procesa zavarivanja između cevi i cevne rešetke. U ovom slučaju su otvori cilindričnog oblika ali je zato povećan početni zazor.

4. IZBOR OPTIMALNOG TIPA GNEZDA

Na osnovu prikazanih određenih vrsta gnezda na polju uvaljivanja i zavarivanja cevi za cevnu rešetku, kao i na osnovu eksperimentalnih ispitivanja ovde se predlažu kombinovani oblici gnezda za postupke uvaljivanja i zavarivanja. Na ovaj način je pokušano da se definišu gnezda koja omogućavaju jevtinije i kvalitetnije spojeve. Na slici 4a prikazano je gnezdo za proces uvaljivanja. Prednost ovog gnezda se ogleda u tome što se centriranje cevi u odnosu na otvor vrši u zadnjem delu otvora koji je izrađen sa vrlo malim zazorom u

odnosu na prečnik cevi. Na sredini spoja urađjen je žleb u koji je ubačen prsten čime se povećava zaptivost spoja.



Slika 4: 1 – cev, 2 – cevna rešetka, 3 – prenosna sredina, 4 – eksploziv, 5 – detonirajući štapin, 6 – prsten, 7 – zaštitna čaura

Slika 4b prikazuje predlog izgleda gnezda za proces zavarivanja. Prednost ovog gnezda, pored centriranja cevi koje je objašnjeno na sl 4a, je postojanje zaštitne čaure od nemetala koja služi da zaštiti cev od oštećenja usled eksplozije.

5. ZAKLJUČAK

Proučavanjem postojećih rešenja kao i eksperimentalnim istraživanjima došlo se do, po mišljenju autora, kombinovanih oblika gnezda za uvaljivanje i zavarivanje cevi za cevnu rešetku. Takav tip gnezda se može sa uspehom koristiti za prečnike cevi od 10 – 50 mm i debljine zida od 1 – 3 mm.

6. LITERATURA

- [1] – B.DIMITROV, I.DIMITROV – Welding and expansion of pipes to pipe-grate of heat-exchanger by explosion - Oktobarsko Savetovanje 2002 – Bor
- [2] – DERIBAS, A. A. – Fizika upročnenija i svarki vzrivom, Nauka, Novosibirsk, 1972
- [3] – B.DIMITROV - Zavarivanje cevi za cevnu rešetku izmenjivača toplote eksplozijom – JUPITER 2001
- [4] – B.DIMITROV – Spajanje metala eksplozivom, Naučno-stručni skup “Nove tehnologije obrade i CAD sistemi“, Niš, 1988.

CHOICE OF NESTSHAPE FOR JOINING PIPE TO PIPE-GRATE OF HEAT-EXCHANGER BY EXPLOSION

Abstract

Complexity of technological procedure of joining pipes to pipe-grate is greater when pipes and pipe-grate are made of different materials.

This paper presents new technological procedures of welding and expansion pipe to pipe-grate by explosion and also a nestshape in pipe-grate for making this joint. Nest shapes for welding method and expansion method are shown separately.

Key words: *heat-exchanger, explosive welding, pipes.*



prof.dr.eng. Doina Dragulescu¹, dr.eng. Mirela Toth-Tascau¹, dr.eng. Dan Iosif²

IMPROVING THE PATH PLANNING PROCESS OF POTENTIAL FIELD USING THE POTENTIAL FIELD INFLUENCE PARAMETERS

Abstract

The planning method presented in this paper approaches the robot modelled as a point in a two-dimensional workspace containing several obstacles. The robot is under the influence of an artificial potential field, produced by the goal configuration and the expanded-obstacles. Original software has been elaborated to simulate the robot path planning, using the potential field method in the two-dimensional workspace. In order to get an optimal planning, the parameters of the attractive and repulsive potential fields have been varied. For certain values of these parameters, the local potential minima can be avoided. Several applications have been realised using a mobile robot.

1. Introduction

The basic idea of the potential field method is to consider the robot, represented as a point in configuration space, moving under the influence of an artificial system of forces produced of the goal configuration and expanded-obstacles too. Many different approaches using artificial potential fields for a moving system motion planning have been studied [1], [3], [4]. This paper proposes a simplified potential field approach considering the forces directed along the most promising direction of motion and the path generation as an iterative process running of the forces establishing. Varying the influence parameters of the artificial forces, the local potential minima can be avoided.

Giving an initial configuration of the robot, the planner must generate a free path using continuous sequences of the robot configurations, avoiding the contact with all obstacles, starting from the initial configuration and arriving at the goal configuration. In order to plan the robot motion, the knowledge of the spatial arrangement of the robot workspace is needed. If complete knowledge is available, motion trajectory can be generated and then executed. Because all the expanded-obstacles generate repulsive potential, the planner must create a potential barrier around each expanded-obstacle region, and so, that one will not be crossed by the robot's configuration. The attractive force generated by the goal configuration must be created so that the robot might touch it without any collision with obstacles. The attractive potential associated with the goal configuration is independent of the expanded-obstacle region.

2. Method principle

The robot workspace is populated by obstacles (physical objects). The robot performs its task by executing some motions in the workspace among these obstacles. Every obstacle is transformed into an expanded-obstacle.

The potential field method treats the robot as a point in configuration space, moving under the influence of an artificial potential field U whose local variations are expected to reflect the structure of the free space [1], [3], [4]. The potential function is defined over the free space as a sum of an attractive potential pulling the robot toward the goal configuration and a repulsive potential pushing the robot away from the obstacles. Motion planning is performed in an iterative fashion: the artificial resultant force induced by the potential function at the current configuration is regarded as the most promising direction of motion, and path generation proceeds along this direction by some increment.

In order to attract the robot toward its goal configuration, and in the same time, to reject it with respect to the obstacles placed in the workspace, U is constructed as a sum of two potential functions: *the attractive*

¹ Politehnica University Timisoara, Romania, tel. +40-56-204580, ddrag@cs.utt.ro, mirela@mec.utt.ro

² Banatul University Timisoara, Romania

potential associated with the goal configuration (independent of the expanded-obstacle region) and *the repulsive potential, associated with the expanded-obstacle region* (independent of the goal configuration).

With these conventions, the resulting force is the sum of two vectors: the *attractive* and the *repulsive forces*, $\mathbf{F} = \mathbf{F}_a + \mathbf{F}_r = -\nabla U_a - \nabla U_r$ [1], [3], [4].

The attractive potential field can be defined as a parabolic function:

$$U_a(\mathbf{C}) = \frac{1}{2} \xi d_f^2(\mathbf{C}) \quad (1)$$

where ξ is an *adjustable parameter describing the influence of the attractive force* and $d_f^2(\mathbf{C})$ denotes the Euclidean distance.

The main idea for the definition of the repulsive potential is to create a potential barrier around the expanded-obstacle region and the repulsive potential not affect the robot motion when it is sufficiently far away from the expanded-obstacles. Thus, the repulsive potential function has been defined as:

$$U_r(\mathbf{C}) = \begin{cases} \frac{1}{2} \eta \left(\frac{1}{d(\mathbf{C})} - \frac{1}{d_0} \right)^2 & d(\mathbf{C}) \leq d_0 \\ 0 & d(\mathbf{C}) > d_0 \end{cases} \quad (2)$$

where η is an *adjustable parameter describing the influence of the repulsive force*, $d(\mathbf{C})$ denotes the distance from \mathbf{C} to the expanded-obstacle region and d_0 is a positive constant called the *distance of influence of the expanded-obstacles*.

In order to deal the method drawback and to optimize the obtained path that must satisfy certain constraints, different parameters (ξ, η, d_0) for various subsets of the expanded-obstacles region were used. By setting (ξ, η, d_0) appropriately, it is possible to avoid the local minima.

3. Software for robot path planning

The elaborated software is used to simulate the motion of autonomous robot under the influence of some forces generated by artificial potential fields. The robot has no prior knowledge about its two-dimensional environment. The robot executes a general motion and acquires any information about workspace.

The main window of the program consists of two different parts: Graphics panel and Button panel. The graphics panel displays the objects that are currently used in the simulation, like the robot, the initial and final configurations and the obstacles. The program is a Windows executable written in BorlandC++ having many modules.

The equipotential contours of U_a are circles centred at \mathbf{C}_f . If the expanded-obstacles are convex polygons, the equipotential contours of U_r are “polygons with circular corners”. This shape is generated within the influence distance from the expanded-obstacle polygon, keeping a constant distance to its edges and vertices.

The user must develop the following actions: edit the obstacles; select initial and goal configurations; set all the needed parameters; send the start command of the robot’s motion. In the case of local minima, the software points out it and displays a message. After a variable number of iterations, the robot can continue its path or declare failure.

Many applications have been studied in order to conclude how the values of influence parameters can improve the path planning process. These parameters are dependent of each other and all of them must be in an optimum interval. The paper presents some examples obtained using the elaborated software. These examples illustrate the importance of ξ, η, d_0 parameters. In figure 1 is presented the studied workspace.

Distance of obstacle influence d_0 is not the same for all the obstacles in the workspace. There are three distances of obstacle influence used for the studied cases: an obstacle influence distance for figures 1 and 6, an obstacle influence distance for figures 2, 3 and 5, and other one for figure 4. In the cases presented in figures 2, 3 and 5, distance of obstacle influence is grater than in the other cases. Thus, the security zone is different. In figure 4, distance of obstacle influence d_0 is smaller than in the other cases.

In figure 2, the value of attractive force influence parameter is greater than the repulsive force influence parameter. The clearance between the robot and obstacles can create problems: the robot can touch one of the obstacles. The value of attractive force influence parameter is out of the optimum interval. By increasing the value of repulsive force influence parameter, the robot avoids the collision with obstacles.

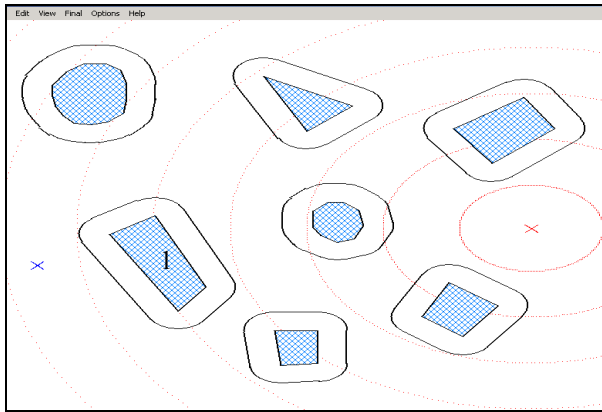


Fig.1. Expanded-obstacles, attractive and repulsive equipotential contours

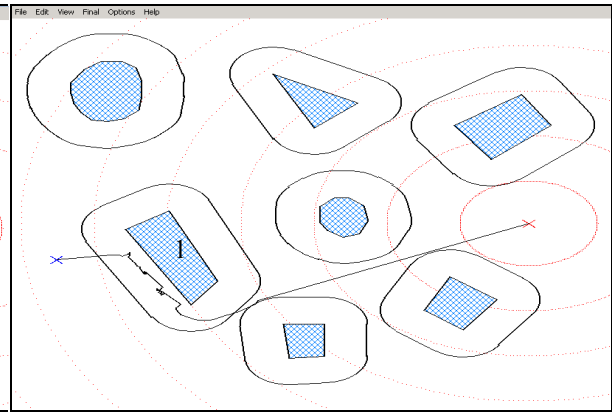


Fig.2. Value of attractive force influence parameter is greater than repulsive force influence parameter
Robot avoids the collision with obstacles

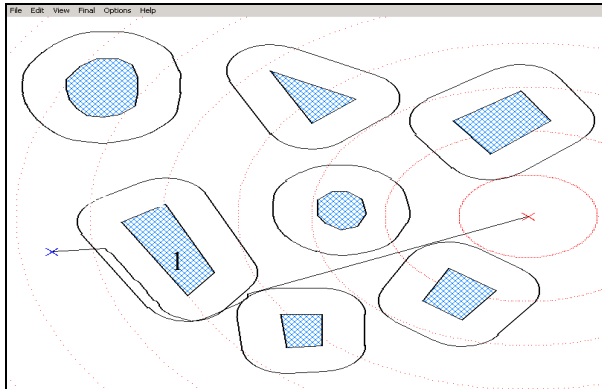


Fig.3. Value of repulsive force influence parameter is greater than value of attractive force influence parameter. Escaping from the local minimum zones is easier to be realized

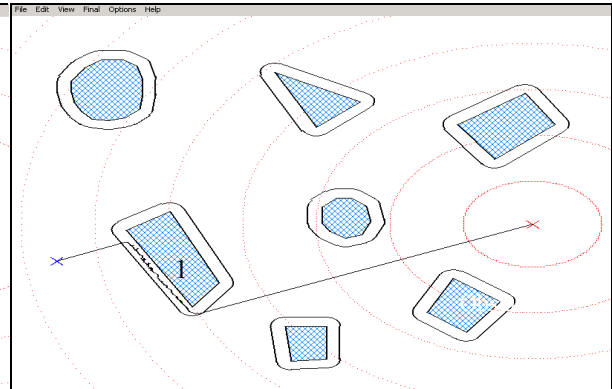


Fig.4. By increasing distance of influence of the obstacles, a safety path can be obtained

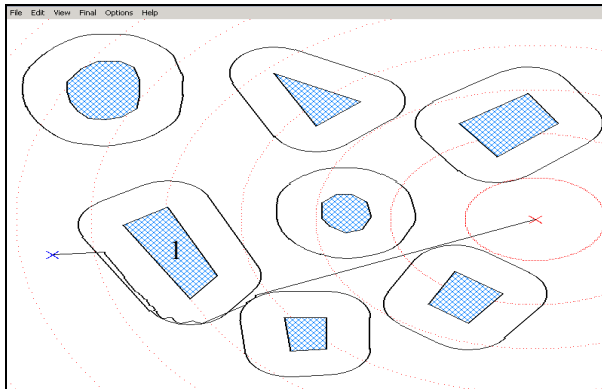


Fig. 5. Value of repulsive force influence parameter is much greater than value of attractive force influence parameter

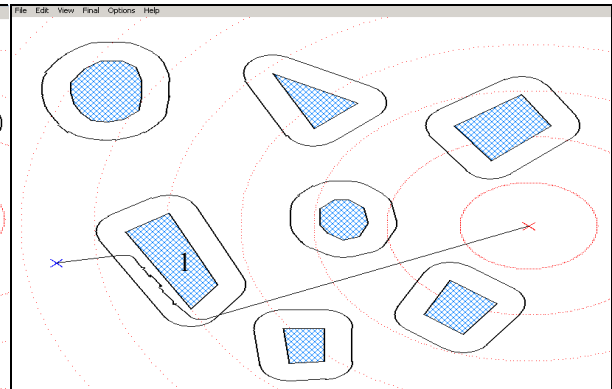


Fig.6. Influence of attractive and repulsive forces is similar

In figure 3, the value of repulsive force influence parameter is greater than the value of attractive force influence parameter. The clearance between the robot and obstacles is greater than in the case represented in figure 2. Path is no longer and it is more safety. The clearance between the robot and obstacles is safety. Local minima appear, but the robot escapes and continues its path towards the goal configuration. In this case the escaping from the local minimum zones is easier to be realized. The variations around are smaller.

In figure 4, the distance of influence of the obstacles is smaller than in the previous cases. It can be observed that a local minimum appears in neighbourhood of obstacle 1. By increasing this parameter, a safety path can be obtained.

In figure 5, the value of repulsive force influence parameter is much greater than the value of attractive force influence parameter and clearance between the robot and obstacles is almost equidistant. Local minima appear, but the robot escapes and continues its path toward the goal configuration. In this case escaping from the first local minimum zone is not difficult to be realized.

In figure 6, influence of attractive and repulsive forces is similarly. The clearance between the robot and obstacles is different. The robot moves very close to obstacle 1, path is shorter, but less sure. Planner must avoid the collision with obstacle 1.

Figures 3 and 5 illustrate the increasing of the repulsive force influence parameter in order to avoid the collision between robot and obstacles. It can be observed that the increasing between some limits of this parameter constitutes an advantage, but when this parameter is too large, local minima appear (figures 2 and 6). Thus, the variation of this parameter must be inside an optimum interval.

4. Motion planning for a mobile robot

All the motion-planning methods are based on the workspace knowledge. If it is needed to create a navigation plan in a stationary environment, the position and geometric shape of objects must to be known before the plan generation or during the motion.

Motion plans may include sensory-based motion commands. If the robot has no prior knowledge about its environment, it must have a sensing system to acquire information while it is moving.

In order to implement the potential field method, many applications have been studied with a moving mini-robot. These applications have been realised in Industrial Electronics Department Laboratory, Politehnica University Timisoara. In order to explore the robot workspace, a video camera has been attached to the mobile robot [2] and the vision system actde on line.

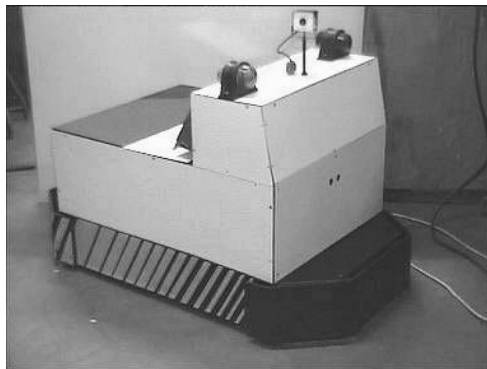


Fig.7. Mobile robot and attached video camera

5. Conclusions

The collision-free path found by the proposed algorithm is not optimal in the sense of the minimum length and the path is not smooth. Also, this algorithm does not solve in any situation the problem of local minima, but it is very efficient and fast reactive in a wide range of situations. The algorithm can be applied in 2D and extended for 3D workspace, for any robot and any workspace: static or dynamic one. Experiments described in this paper show that after a reasonable period of training, a planner based on the proposed approach is capable to optimise the path planning process by setting appropriately the influence parameters.

References

- [1] Drăgulescu, D., M. Toth-Tașcău and F. Moldovan, *Planificarea mișcării roboților industriali*, Editura Helicon, Timișoara, 1995.
- [2] Iosif, D., *Sinteza inteligenței artificiale pe baza interacțiunii prin vedere a robotului cu mediul*, Ph.D. Thesis, Politehnica University Timișoara, co-ordinator prof.Dragulescu D., 1999.
- [3] Latombe, J.C., *Robot Motion Planning*, Kluwer Academic Publishers, Norwell-Massachusetts, 1991.
- [4] Toth-Tașcău, M. and D. Drăgulescu, *Planificarea și generarea mișcării roboților*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2002.



Ю.Д.Филатов, В.И. Сидорко, В.В. Скрябин, В.Г. Крамар, В.П.Ящук, М. Шливанчанин¹⁾

ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЕЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Алмазные для тонкого и супертонкого шлифования и полировальный инструменты применяются для финишной обработки деталей из неметаллических материалов (изделий из природного и искусственного камня - габбро, гранита, базальта, мрамора, керамического гранита, поделочных камней, деталей из стекла, кристаллических материалов и т.п.) в условиях серийного, мелкосерийного и индивидуального производства.

Новая технология финишной обработки неметаллических материалов позволяет значительно уменьшить затраты на производство изделий, исключить из процесса обработки токсичные полировальные пасты (оксид хрома и др.), обеспечить безопасные условия труда. Использование новых алмазных шлифовальных и полировальных инструментов позволяет значительно повысить качество обработанных поверхностей (по шероховатости и коэффициенту отражения) и обеспечить сохранение идиохроматической (естественной) окраски природного камня.

Использование инструментов обеспечивает идеальный блеск, четкое зеркальное отражение, оптическую чистоту и высокую точность формы исполнительных поверхностей деталей из стекла и кристаллов.

Для эффективной работы инструментов необходимо обеспечить нормальное давление его прижима к обрабатываемой поверхности и подачу в зону обработки СОТС (смазывающе-охлаждающей технологической среды) - чистой воды без продуктов износа с операций предыдущей обработки в количестве, которое обеспечивает работу без "прижогов".

Инструменты изготавливаются из абсолютно безвредных для здоровья человека материалов, которые используются в пищевой промышленности, производстве сорбентов и т.п.

При работе инструментов не используются и не образуются токсичные вещества.

Благодаря новой технологии финишной обработки за счет использования инструментов для тонкого и супертонкого алмазного шлифования и полирования улучшаются экологические условия производства.

Затраты на алмазное шлифование и полирование поверхностей деталей из неметаллических материалов по новой технологии снижаются за счет замены и сокращения расхода дорогостоящих металлических (в связках алмазных инструментов) и полировальных порошков (в пастах и суспензиях для полирования).

Конструкция рабочего слоя инструмента для финишной обработки деталей из неметаллических материалов должна обеспечивать одинаковую интенсивность износа его периферийной и центральной части в процессе обработки плоских поверхностей. При этом коэффициент заполнения поверхности инструмента рабочим слоем по круговым зонам радиуса r описывается возрастающей кривой [1-3].

¹⁾ Юрий Д. Филатов, Владимир И. Сидорко, Виктор В. Скрябин, Владислав Г. Крамар, Институт сверхтвердых материалов НАН Украины, Автозаводская 2, Киев; Ящук В., Национальный университет им. Тараса Шевченко, Киев, atmu@ism.kiev.ua; Миливоје Шливанчанин, Предприятие «Морвамермер А.Д.», г. Белград



Рис. 1. Инструмент для финишной обработки неметаллических материалов

(r, φ - координаты, $\varphi_0 = 80^\circ \dots 85^\circ$ - угловой сдвиг, r_0 - радиус центрального отверстия инструмента, m - постоянный параметр) и окружностью радиуса $R = (1,3 - 1,5)r_0$.

При выполнении рабочего слоя в виде отдельных элементов (таблеток АТБ) диаметром d , их фиксируют в полимерной массе, которая имеет интенсивность износа I_p в соответствии с соотношением [4]:

$$\frac{I_p}{I_e} \geq \frac{4 \cdot S_p}{\pi \cdot d^2 \cdot n},$$

где I_e - интенсивность износа рабочих элементов, S_p - площадь полимерной массы в пределах лопасти, n - количество рабочих элементов [4].

В рабочих элементах для шлифования и полирования деталей из неметаллических материалов в качестве связующего используются полимерные материалы, в качестве абразивных порошков – алмазные шлиф- и микропорошки, в качестве полировальных порошков – порошки оксидов металлов и т.п.

Для оценки качества обработанных поверхностей использовались методы рефлектометрии и профилометрии. Коэффициенты отражения света K поверхностей деталей из алюмосиликатных материалов, измеренные при помощи лазерной установки на длине волны $\lambda = 550$ нм, и высотные параметры шероховатости R_a , R_z и R_{max} , определенные на профилографе-профилометре мод. 252, достигаемые при их обработке с использованием разработанного инструмента характеризуются величинами: $K = 8 - 15 \%$, $R_a = 0.25 - 0.01$ мкм, $R_z = 0.45 - 0.15$ мкм, $R_{max} = 1.3 - 0.2$ мкм. При этом погрешность определения параметров шероховатости составляет $15 - 20 \%$, а коэффициента отражения света - порядка 2% [3, 5, 6].

Инструменты диаметром 160 и 250 мм из рабочих элементов диаметром 16 мм, в которых используются алмазные порошки с размером зерен: 80/63 (№3), 40/28 (№4), 20/14 (№5), 10/7 – 7/5 (№6) (для ТАШ и СТАШ) и полировальные порошки (№7 для полирования), прошли опытно-промышленную проверку на нескольких предприятиях (ХП “Алкон-сервис” (г. Киев, Украина), завод “ЕКСОМ” (г. Чернигов, Украина), ООО “ЭПАЗ” (г. Лида, Беларусь), предприятие “Моравамермер А. Д.” (г. Белград, Югославия) и рекомендуются к широкому использованию.

При выполнении рабочего слоя в виде отдельных элементов диаметром d , их необходимо зафиксировать в полимерной массе, за счет которой дополнительно обеспечивается улучшение технологии изготовления инструмента и защита элементов от скалывания в процессе обработки [4]. Инструмент для финишной обработки (рис. 1) состоит из корпуса диаметром D с центральным отверстием диаметром d_0 , на котором закреплен рабочий слой в виде изогнутых лопастей с шириной, которая возрастает от центральных зон к периферийным. Форма лопастей рабочего слоя – фигура, ограниченная двумя логарифмическими спиралями: $r = r_0 \cdot e^{m\varphi}$ и $r = r_0 \cdot e^{m(\varphi - \varphi_0)}$

ЗАВРШНА ОБРАДА ИЗРАДАКА ОД НЕМЕТАЛНИХ МАТЕРИЈАЛА И АЛАТ ЗА РЕАЛИЗАЦИЈУ

Резиме

У раду је приказана нова технологија завршне обраде израдака од неметалних материјала којом се анулира примена полир паста на бази хром оксида. Нова конструкција алата састоји се од дијамантских плочица распоређених на одговарајући начин у везивном полимерном материјалу. Обрађена површина поседује идеалан одсјај, оптичко преламање и високу тачност облика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филатов Ю.Д. Формообразование поверхностей деталей из кремнезем- и глиноземсодержащих материалов.- В сб. «Технологическое управление качеством поверхности детали».- Киев: АТМ Украины.- 1998.- С. 185-194.
2. Филатов Ю.Д. Полирование поверхностей деталей из природного камня // Висник ЖИТИ.-1999.- № 10.- Технични науки.- С. 90-92.
3. Особливости формоутворення поверхонь неметалевих материалів при декоративному полируванні / В.Г.Крамар, В.І.Сидорко, В.В.Скрябин, Ю.Д.Филатов // Висник ЖІТІ.-2001.- Технични науки, Спеціальний випуск.- С. 184-194.
4. Патент України на винахід № 51091 А “Інструмент для фінішної обробки” // Новиков М.В., Филатов Ю.Д., Сидорко В. И., Крамар В.Г., Скрябин В.В., Ляхов В.Н.- Опубл. 15.11.2002. Бюл. № 11.
5. Фінішна обробка і контроль поверхності деталей із алюмосилікатних матеріалів / Ю.Д.Филатов, В.И. Сидорко, В.П.Ящук, Г.Ф.Горбачев, В.В.Скрябин, В.Г.Крамар // Сверхтвердые материалы.- 2001.- № 5.- С. 70-75.
6. Інструменти для фінішної обробки деталей із алюмосилікатних матеріалів / Н.В.Новиков, Ю.Д.Филатов, В.И.Сидорко, В.Г. Крамар, В.В. Скрябин, В.П. Ящук, В.Н. Ляхов // Інструментальний світ.- 2002.- № 2.- С. 4 – 6.

Gatalo, R., Tabaković, S., Zeljković, M.¹, Šaletić, S.²

**PRILOG PRIMENI SAVREMENIH INŽENJERSKIH SREDSTAVA I METODA U
PROCESU UNAPREĐENJA TEHNOLOŠKOG PROCESA IZRADE KLJUČNIH KOMPONENTI
AUTOMATA ZA ISTAKANJE GORIVA³**

REZIME:

Rad predstavlja deo rezultata jednogodišnjih istraživanja sprovedenih na Institutu za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu u cilju unapređenja izrade ključnih komponenata automata za istakanje goriva. Pri tome se naročita pažnja posvećuje primeni najsavremenijih inženjerskih sredstava i metoda u cilju dobijanja optimalnih rezultata.

1.0 UVODNA RAZMATRANJA

U okviru kompleksnog istraživanja sprovedenog u cilju unapređenja tehnološkog procesa izrade ključnih komponenti automata za istakanje goriva izvršene su među ostalim analize dva njegova vitalna elementa: tela ekološkog pištolja za istakanje goriva kao i kućišta krilne pumpe, a zatim i unapređenja tehnološkog procesa njihove izrade primenom najsavremenijih inženjerskih metoda i sredstava. Rad predstavlja deo rezultata istraživanja pod nazivom „Unapređenje tehnološkog procesa izrade ključnih komponenti automata za istakanje goriva” koji u okviru programa Tehnološkog razvoja finansira Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije.

**2.0 ANALIZA TEHNOLOGIČNOSTI KONSTRUKCIONIH REŠENJA KOMPONENTATA
PUMPNOG AUTOMATA I MOGUĆNOST UNAPREĐENJA NJIHOVE IZRADE**

Zbog obimnosti, detalji vezani za analizu tehnologičnosti se ovde ne navode. Navode se samo određene završne konstatacije.

2.1 Analiza tehnologičnosti tela pištolja za istakanje goriva

Analiza tehnologičnosti tela pištolja za istakanje goriva kao i sredstava neophodnih za to, zbog specifičnosti izrade spoljne i unutrašnje površine podrazumeva u cilju optimizacije tehnološkog postupka odvojene analize.

Spoljna površina tela pištolja prikazana na slici 1. se dobija livenjem u kokili i ne zahteva nikakvu nahnadnu mehaničku obradu.



Slika 1. Telo pištolja za istakanje goriva

¹ Gatalo dr Ratko, red. prof. u penziji, Zeljković dr Milan, vanr. prof., Tabaković mr Slobodan, asistent, Institut za proizvodno mašinstvo, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

² Šaletić mr Simo, asistent, Mašinski fakultet Podgorica

³ Rad je realizovan u okviru projekta MIS. 3.02.3218 koji finansira Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije

I pored toga njena složenost, kao i tolerancije izrade zahtevaju pažljivu analizu i optimizaciju oblika spoljnih površina kao i primenu savremenih CAD/CAM sistema u procesu definisanja tehnologije izrade kalupa. Za pravilno definisanje prostornog CAD modela spoljne površine tela pištolja neophodno je izvršiti definisanje oblika i dimenzija njegovih površina što je moguće ostvariti na dva načina:

- Korišćenjem savremenih kontaktnih ili bezkontaktnih metoda za digitalizaciju površine obradka na osnovu raspoloživog uzorka.
- Projektovanjem 3D modela korišćenjem određenog programskog sistema

Obrada unutrašnjih površina pištolja obuhvata obradu: kanala za dovod goriva, komore za zadržavanje isparenja goriva kao i kanala za njihov povratak u rezervoar. U ovom slučaju obrada obuhvata kombinaciju obrada struganjem (uključujući i izradu koničnog navoja), bušenjem i proširivanjem pri čemu se optimalno tehnološko rešenje može dobiti primenom najsavremenijih CAD/CAM programskih sistema.

2.2 Analiza tehnološkičnosti kućišta krilne pumpe

Drugu vitalnu komponentu automata za istakanje goriva predstavlja krilna pumpa pri čemu se ovde pažnja zadržava samo na kućištu krilne pumpe prikazanom na slici 2.



Slika 2. Kućište krilne pumpe

Kućišta pumpe ovog tipa predstavlja veoma složen deo od kog u najvećoj meri zavise karakteristike pumpe (protok, dinamička stabilnost, bučnost, vek i sl.) na koje najviše utiču oblik unutrašnje površine profila pumpe (krive površine po kojoj se kreću krilca pumpe), oblici, dimenzije i položaj ulaznih i izlaznih kanala i slično. U ovom slučaju je osnovni zadatak bio definisati profil unutrašnje površine kućišta pumpe a zatim primenom CAD/CAM sistema obezbediti izradu datog profila sa zahevanom tačnošću imajući pri tom u vidu mogućnosti raspoloživih numerički upravljanih mašina alatki koje poseduje proizvođač komponenti automata za istakanje goriva, ili se iste nalaze u bližoj okolini.

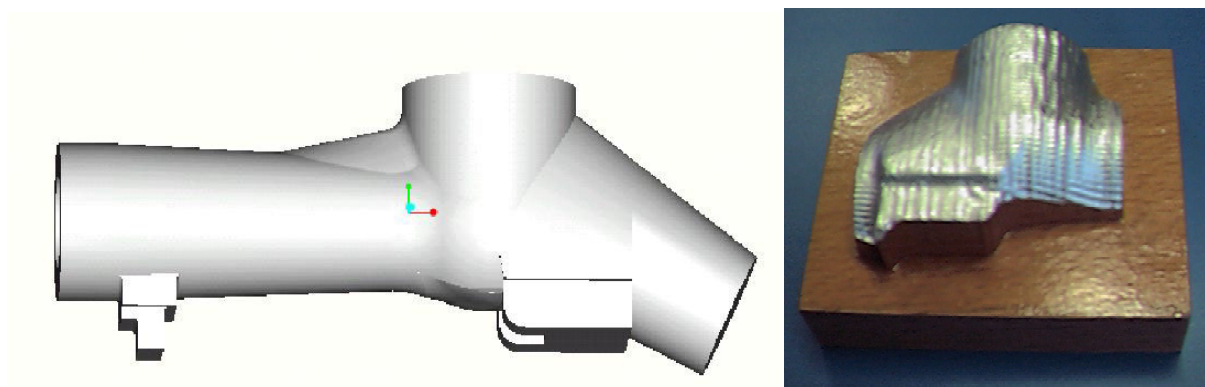
3.0 PRIMENA SAVREMENIH SREDSTAVA U PROCESU UNAPREĐENJA IZRADA TELA PIŠTOLJA I KUĆIŠTA PUMPE

Primena savremenih inženjerskih metoda i sredstava je nezamenjiva u savremenim proizvodnim sistemima. U skladu sa tim u procesu projektovanja kalupa za livenje tela pištolja su korišćene dve metode:

- Primena metode skeniranja površine modela u cilju dobijanja računarskog modela spoljne površine tela pištolja
- Primena savremenih CAD sistema u fazi formiranja 3D modela tela pištolja

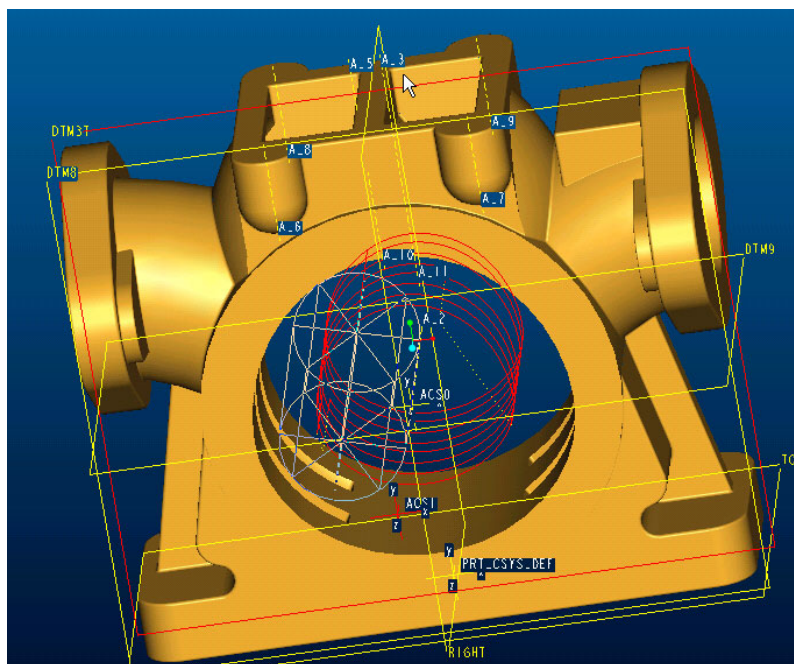
U slučaju primene metode digitalizacije površine modela korišćen je originalni sistem za digitalizaciju primenom tehnike laserske triangulacije [1], uz primenu sistema Pro/SCANTOOLS za rekonstrukciju digitalizovanih površina koji je deo kompleksnog programskog sistema Pro/Engineer. Primenom ovih metoda je na osnovu raspoloživog uzorka tela pištolja formiran računarski model spoljne površine tela pištolja pogodan za dalju računarsku analizu i obradu. Tako je npr. na osnovu tog modela

moguće dobiti upravljački program za izradu takvog dela na obradnom centru. Na slici 3 su prikazani dobijeni model tela pištolja i realizacija obrade jednog njegovog segmenta u drvetu na obradnom centru [1].



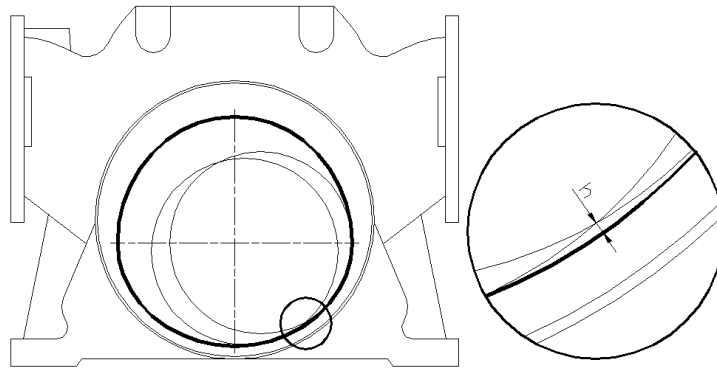
Slika 4. Stvarni model tela pištolja i primer realizacije obrade na osnovu skeniranja i digitalizacije modela

Primena savremenih inženjerskih metoda u procesu unapređenja tehnološkog procesa izrade kućišta pumpe se svodi na primenu CAD/CAM programskih sistema ali i matematičku analizu profila pumpe. To je neophodno pre svega zbog kontrole greške koja nastaje aproksimacijom složenog profila (koja je u ovom slučaju kombinacija dve elipse) kružnim lukovima i linijama. Prvenstveni problem koji u ovim slučajevima nastaje je uzrokovan kapacitetom memorije upravljačke jedinice Fanuc 8M kao osnove upravljačkog sistema obradnog centra Heidenreich & Harbeck FM 38 korišćenog prilikom ovog istraživanja. Primenom CAM modula programskog sistema Pro/Engineer je dobijena putanja alata (slika 5.) kao i upravljački program neophodan za obradu kućišta pumpe.



Slika 5. Putanja alata kod obrade kućišta krilne pumpe

Pored toga za traženu grešku aproksimacije profila pumpe razvijen je matematički model na osnovu kojeg je moguće definisati položaj i karakteristike kružnih lukova koji se koriste za aproksimaciju profila u zavisnosti od dozvoljene greške aproksimacije $-h$ (slika 6).



Slika 6. Aproksimacija profila krilne pumpe

4.0 ZAVRŠNA RAZMATRANJA

Posmatrano kroz prizmu unapređenja tehnološkog procesa vitalnih komponenti automata za istakanje goriva, primena savremenih inženjerskih sredstava i metoda nekoliko puta ubrzava postupak tehnološke pripreme koji u ovom slučaju uključuje i projektovanje kalupa za livenje i definisanje upravljačkog programa za izradu delova i kalupa. Uporedo sa tim, primenom kompleksnog programskog sistema Pro/ENGINEER sa njegovim nizom podsistema, moguće je izvršiti analizu i optimizaciju geometrije delova, kalupa i sl.

5.0 LITERATURA

- [1.] Šaletić, S.: Razvoj integralnog automatizovanog sistema za reinženjering složenih geometrijskih oblika primjenom tehnike 3D laserskog skeniranja, magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2003.
- [2.] Šaletić, S., Gatalo, R., Vukasojević, R.: Konceptija integralnog sistema za reinženjering složenih geometrijskih oblika, 29 JUPITER Konferencija, Beograd, 2003.
- [3.] PTC Global Services: Introduction to NC/Part, Release 2000i¹, 2000.
- [4.] PTC Global Services: Fundamentals of Milling, Release 2000i¹, 2000.
- [5.] PTC Global Services: Fundamentals of Design, Release 2000i¹, 2000.

ABSTRACT:

This paper represents the part of proceeds one years long research who is made on Institute for Production Engineering of Faculty of Technical Sciences in Novi Sad. The researchs point are advantage of production most important components of set for gas pumps. Usage most sophisticated engineering facilities and methods have especial attention in this research.



Gecevski V., Pavlovski V., Kuzinovski M.¹

OPTIMAD - METODOLOGIJA OPTIMIZACIJE PROCESA OBRADNE GLODANJEM I BUŠENJEM

REZIME

Rad prikazuje razvijenu metodologiju za analizu i optimizaciju obradnih uslova pri čemu se ostvaruje determiniranje optimalnih obradnih parametara numerički upravljane obrade. Razvijen je novi optimizacioni priod baziran na matematičkoj formulaciji, primenom determinističkih metoda. Na osnovu složenog matematičkog modela kreiran je originalan numerički algoritam za optimizaciju obradnih parametara OPTIMAD (*Optimization of Milling and Drilling*). Na izlezu optimizacije matematičkog modela obradnog procesa, generiraju se optimalni obradni parametri koji se odnose na reznju brzini, posmaka i dubini rezanja, za koji software automatski generira realnu trajnost reznog alata i angažiranu moćnost mašine.

Ključne reči: optimizacija, obradni parametri, OPTIMAD

1. UVOD

Naučna i stručna literatura ukazuje da analiza obradnih uslova i uticajnih faktora procesa obrade rezanjem, kao sastavan modul CAPP sistema, predstavlja značajno područje podobno za istraživanja. Razvoj metoda determiniranja najpovoljnijih obradnih uslova predstavlja aktuelnu oblast, zbog dinamičke prome-njivosti karakteristika obradnog procesa kao rezultat intenzivnog razvoja svih njegovih komponenata (mašina, alat, obradni materijal). Tu je osnova interesa da se istražuje u ovo područje, u uslovima primene numerički upravljane (NU) obrade prizmatičnih mašinskih delova na savremenim mašinama, kao što su obradni centri.

Sprovedena analiza radnih uslova NU obrade prizmatičnih delova, ukazuje na kompleksnost različitih tipova obrade rezanjem sa brojnim parametrima i uticajnih faktora, za što se nameće potreba modeliranja i optimizacija uslove obrade. Modeliranje, kao metodologija kreiranja modela, kojom se omogućuje efikasno i adekvatno prikazivanje realnih sistema i putem simulacije analiziraju se njihove osobine. Optimizacija, kao metodologija kojom se ostvaruje iznalaženje najboljih rešenja od postoećih za objekt koji se istražuje, u skladu sa kriteriumima ograničenja.

2. ALGORITAM DETERMINISTIČKE OPTIMIZACIJE PRIMENOM MatLAB-a

U radu je prikazan projektovani numerički algoritam u istraživanju [1,2], koji predstavlja optimizacionu metodologiju za projektovanje obradnih procesa NU obrade. Numerički algoritam je razvijen primenom MatLAB-a i Visual C++.

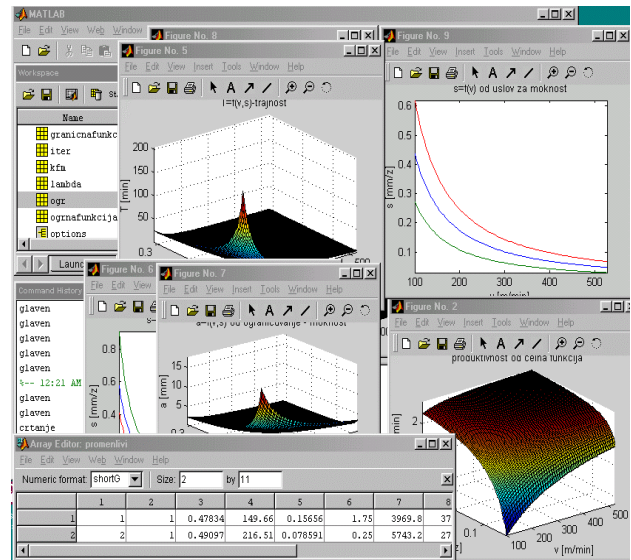
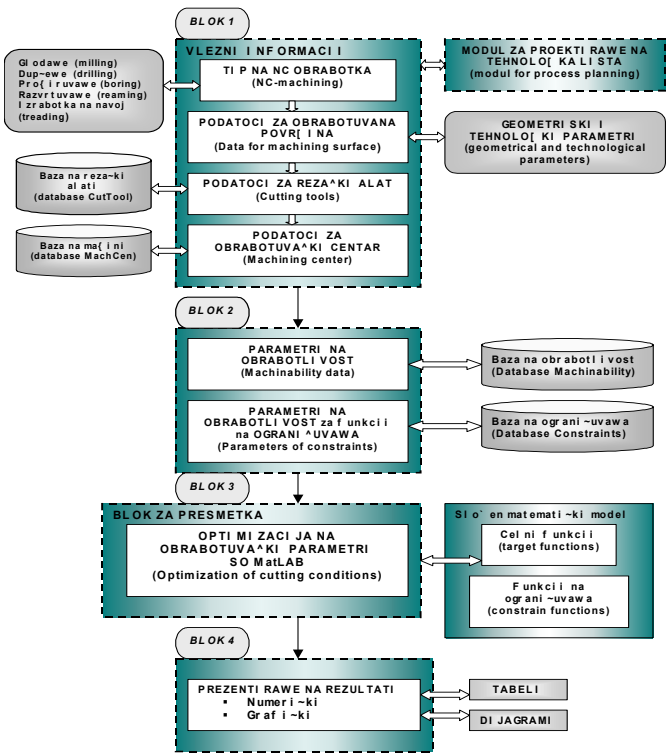
Na osnovi složenog matematičkog modela kreiranog u istraživanju [2], projektovan je numerički algoritam koji omogućuje sprovođenje MatLAB-optimizacije optimizacionog objekta, obradni proces NU obrade prizmatičnih delova.

Na slici 2.1 prikazana je organizacija numeričkog algoritma, preko strukturne šeme i programskih modula, koji formiraju originalno kreirani program za optimizaciju obradnih parametara NU obrade OPTIMAD (*Optimization of Milling and Drilling*).

Blok 1 - Glavni ulazni blok u kome se definiiraju uslovi obradnog procesa, kao ulazi programa:

- Informacije o mašinskom delu koji se obrađuje u analiziranom obradnom procesu,
- Tehnološka lista, koja izrazuje strukturu obradnog procesa (redosled operacija i zahvata) za obradu mašinskog dela,
- Geometriški i tehnološki podaci svake obrađivane površine,
- Izbor tipa i parametara reznog alata, kojim se izvodi obrada,
- Definiranje mašine (OC) na kojoj se izvodi obrada.

¹ Doc.d-r Valentina GECEVSKA, Prof.d-r Vladimir PAVLOVSKI, Prof.d-r Mikołaj KUZINOVSKI
MASINSKI FAKULTET, Pbox 464, 1000 Skopje, R MAKEDONIJA; e-mail: valeg@mf.ukim.edu.mk



SI.2.1. Organizacija i modularna struktura algoritma

SI.2.3. Interface optimizacione metodologije OPTIMAD

Blok 2 - Za izabrane ulazne podatke, algoritam automatski obezbeđuje izbor parametara obradljivosti i ograničenja, za sve predvidene obrade i parove obrađivan+rezan materijal, iz kreirane baze podataka.

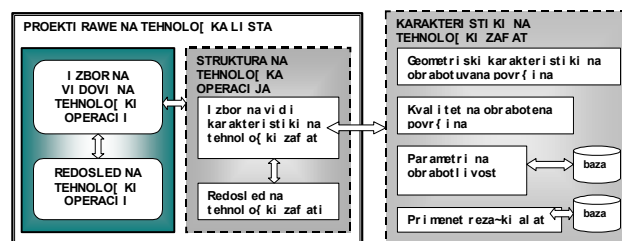
Blok 3 - Sledi blok optimizacije u kome, na osnovi deklariranih parametara u blokovima 1 i 2, automatski se kreira složeni matematički model i sprovodi se optimizaciona procedura primenom izabrane MatLAB funkcije.

Blok 4 - Rezultati sprovedene optimizacije, koji predstavljaju optimirani obradni parametri, prezentiraju se grafički i tabelarno, pri čemu je moguća analiza i njihova implementacija u NC program obradnog procesa za izradu mašinskog dela.

2.1. Deklariranje ulaznih parametara

Ulazni parametri algoritma, neophodni za automatsko definiranje matematičkog modela procesa, struktuirani su prema njihove karakteristike, kao: ulazni parametri obrađivanog dela, ulazni parametri mašine i ulazni parametri reznog alata.

Ulazni parametri obrađivanog dela odnose se na geometrijskih i tehnoloških informacija što je kompatibilno sa informacijama sadržane u projektovanom tehnološkom postupku izrade mašinskog dela, poseban modul razrađen u istraživanju (SI.2.2). Ovi parametri u algoritmu su inkorporirani i prezentovani u oblik kompatibilan sa MatLAB-opkruženja, odnosno definirana je ulazna tridimenzionalna matrica $[j \times i \times k]$, kao nosilac ulaznih parametara obrađivanog dela.



SI.2.2. Struktura projektovanja tehnološkog postupka

Ulazni parametri mašine generiraju se deklariranjem tipa obradnog centra na koji se izvodi obrada mašinskog dela, izborom iz kreirane baze podataka za OC koja je interaktivna.

Ulazni parametri reznog alata generiraju se definiranjem karakteristika tehnoloških zahvata obradnog procesa, gde svakom zahvatu dodeluje se kod reznog alata, kojim će biti izveden. Podatci o geometrijskih i stereometrijskih parametara reznih alata u algoritmu su deklarirani u bazi podataka, a sortiranje baze je ostvareno preko tipa alata.

2.2. Deklariranje parametara obradljivosti

Parametri obradljivosti, kao osnovna zakonitost obrade metala rezanjem, baziraju na karakteristike specifičnog para obrađivan materijal - rezan materijal, koji u algoritmu su deklarirani u bazi podataka. Ciljne funkcije i funkcije ograničenja u složenom matematičkom modelu, koji se odnose na različite tipove obrade, sadrže parametre koji determinira obradljivost. To ukazuje na rigidnost optimizacije obradnog procesa, odnosno krutih zakonitosti koji važe za određenih parova materijala, a koji su determinirani parametrima obradljivosti.

2.3. Specifične sekvence numeričkog algoritma

Na bazi definiranih ulaznih parametara u numeričkom algoritmu aktivira se blok za proračun optimalnih obradnih parametara. Za svaki pojedinačan zahvat deklariran u bazi ulaznih informacija, izvodi se proračun i determinirani optimalni obradni parametri dodeljuju se bazi izlaznih podataka.

Blok za optimizaciju numeričkog algoritma sadrži više elementarnih originalno kreiranih algoritama i procedura, kao:

- Algoritam za kontrolu deljenja zahvata na grubu i finu obradu,
- Algoritam za određivanje broja premina grube obrade,
- Procedura proračuna prema ciljne funkcije,
- Algoritam deklariranja ciljnih funkcija i funkcija ograničenja,
- Procedura determiniranja realne trajnosti alata i realnog abenja rezne ivice,
- Procedura determiniranja realno generiranog otpora rezanja,
- Procedura za optimizaciju složenog matematičkog modela.

Pomoću navedenih elementarnih algoritama i procedura ostvaruje se kompletno i eksplicitno determiniranje obradnog procesa, po što u glavnoj rutini programa aktivira se kreirana procedura optimizacije ciljne funkcije sa nelinearnim ograničenjima. Ova procedura sadrži elementarne bazične algoritme za sve tipove obrade rezanjem koji se ostvaruju na obradnim centrima. Osnovna sintaksa bazičnog algoritma sadrži optimizacionu funkciju iz Optimization Toolbox-a MatLAB-a, koja bazira na optimizacionu metodu tipa nelinearnog programiranja.

2.4. Izlazni parametri i rezultati

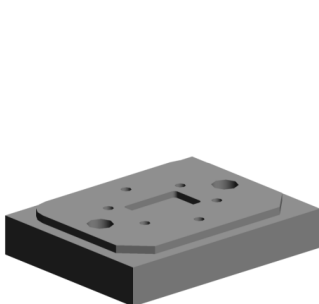
Osnovni izlazni rezultati su optimalni obradni parametri za svaki zahvat u okviru svih operacija jednog obradnog procesa, gde je strukturirana tridimenzionalna izlazna matrica kao nosilac izlaznih informacija. Numerički algoritam na izlazu, u formi pomoćnih matrica, daje brojne pomoćne promenlive i međurezultate, koji su korisni za vizuelizaciju ostvarenu grafičkom prezentacijom i validno prezentovanje dobijenih rezultata (SI.2.3).

2.5. Primena algoritma OPTIMAD

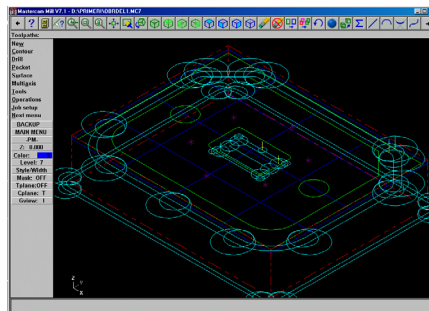
Kreirani algoritam kao optimizaciona metodologija za determiniranje optimalnih obradnih parametara primenjen je za projektovanje obradnih režima za proces izrade realnih mašinskih delova elaborirano u [2]. Algoritam omogućava realizaciju jednokriterijske optimizacije, kada osnovan kriterium je minimizacija vremena obrade, odnosno maksimiziranje produktivnosti, ili višekriterijske optimizacije kada je uključen i kriterium trošoci obrade.

3. VERIFIKACIJA OPTIMIZACIONE METODOLOGIJE

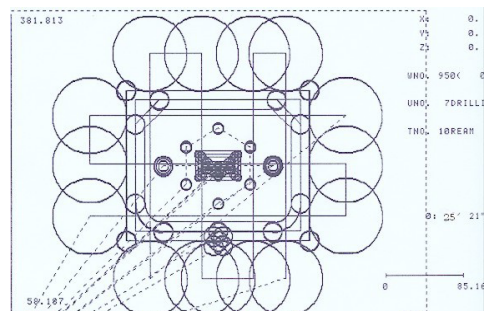
Verifikacija i validizacija optimizacione metodologije u istraživanju je sprovedena komparacijom rezultata dobijenih predloženom metodom i rezultata dobijenih primenom drugih metoda izbora parametara. Imeno, pri NU obradi mašinskih delova primenjuju se različiti metodi izbora reznih režima, koji su povezani sa načinom projektovanja NC programa, ručno ili primenom nekog CAM sistema (MasterCAM (SI.3.1), MazakCAM (SI.3.2), Catia, ProEngineer...).



SI.3.3. Mašinski del



SI.3.1 Projektovanje primenom MasterCAM-a



SI.3.2. Projektovanje primenom MazakCAM-a

3.1. Komparativan prikaz generiranih obradnih parametara prema različitim metodologijama

Obradni proces za izradu mašinskog dela (SI.3.3) u istraživanju je projektovan primenom nekoliko različitih metoda, za obradu sprovedenu na obradnom centru VQC-30/50 Mazak, FAM-Inženering, Skopje. Numerička simulacija virtuelnog obradnog procesa ostvarena je projektovanjem obrade na navedenom obradnom centru, pri čemu obradni parametri (i ukupno vreme obrade Tab.3.1) su determinirani prema sledećim metodologijama:

- projektovani primenom kreirane optimizacione metodologije: determinističke metode i genetskog algoritma,
- automatski generirani primenom MasterCAM-a,
- automatski generirani primenom MazakCAM-a.

Tabela 3.1.

zafati obradnog procesa	Obr. Parametri (OP)	optimirani vrednosti so deterministički metod	optimirani vrednosti so genetski algoritam	avtomatski generirani MasterCAM	avtomatski generirani MazakCAM
Ukupno vreme obradnog procesa		21.34	20.58	23.22	25.35

Donošenje generalnih zaključaka na osnovi komparativne analize jednog analiziranog obradnog procesa, u izvesnom smislu bilo bi preuranjeno, ali na osnovi opsežnih proba i numeričkih projektovanja više obradnih procesa, mogu se apostrofirati osnovne tendencije[1,2].

3.2. Eksperimentalna verifikacija optimiranih obradnih parametara

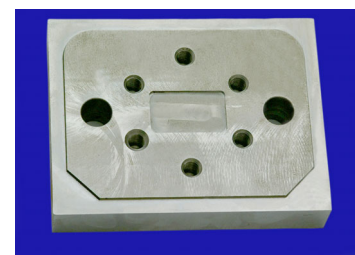
U istraživanju je ostvarena i eksperimentalna verifikacija numerički projektovanih obradnih parametara za izradu mašinskog dela u realnim obradnim uslovima u firmi Svemek u Skoplju, na vertikalnom obradnom centru Matsuura (Japan) tip MC-760VX (SI.3.3) sa karakteristikama: $t_{za}=5.5[\text{sek}](\text{tool-tool})$, $V_{bod}=10[\text{m/min}]$, $P=20[\text{kW}]$, $n_{max}=10000[\text{o/min}]$, magacin za 20 alata (SI.3.4).



SI.3.3 Matsuura (J) MC-760VX



SI.3.4. Pripremljen magacin reznih alata



SI.3.5. Izrađen mašinski deo

Pri realizaciji obrade, kontrola parametara ograničenja ostvarena je kontrolom kvaliteta obrađene površine, monitoring pokazatelja opterećenja na upravljačkoj jedinici i monitoring procesa obrade. Ukupno vreme za izradu mašinskog dela (SI.3.5) snimano u realnim radnim uslovima iznosi $10'10''$, komparativno prikazanom u odnosu na presmetano optimirano ukupno vreme $10'16''$.

4. ZAKLJUČCI

Verifikacija optimiranih obradnih parametara u realnim radnim uslovima, potvrđuje projektovane obradne režime primenom optimizacione metodologije, kao realno primenljivih i opravdanih sa aspekta vremena obrade. Izbor obradnih parametara po principu probe i greške, na ovaj način je zamenjen metodološkim pristupom, baziran na optimizacionom algoritma u kome kao ulazni parametri koriste se informacije o radnim uslovima.

LITERATURA:

- [1] V.Gecevska, V.Pavlovski, M.Kuzinovski: Selection of Optimal Cutting Condition in Computer Aided Machining by Genetic Algorithms, AMST'02, CISM-437, Italy, 2002, 56-60.
- [2] V.Gecevska: Istraživanje na vlijatelni faktori za optimiranje na obradivački parametri pri numerički upravuvana obrabotka na prizmatični delovi; Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Skopje, 2002, 235.
- [3] MatLAB User's guide, The Math Works, USA, 2001

OPTIMAD-MODELING METHODOLOGY FOR OPTIMIZATION OF MILLING AND DRILLING PROCESSES

Abstract: This paper proposes a methodology for optimization and analyzing machining conditions by optimal determination of the cutting parameters in multipass NC machining operation. In proposed approach, it is created a numerical algorithm for optimization, modelling with MatLAB. In the research, it is evaluated software, which resulted with a program called OPTIMAD (Optimization of Milling and Drilling). On the exit, the program OPTIMAD is offering output optimal cutting parameters in matrix (tables) and graphic presentations.



Ž. Jakovljević, P. B. Petrović¹

REKONSTRUKCIJA ROTACIONE PRESE ZA VULKANIZACIJU

Rezime

U cilju osvajanja proizvodnje transportnih traka sa tekstilnim ulošcima debljine do 20 mm za potrebe transporta rasutog materijala, u Trayal korporaciji- Kruševac je pokrenut projekat rekonstrukcije linije za proizvodnju gumiranih traka. Kritični element ove linije predstavlja rotaciona presa za vulkanizaciju. U tom kontekstu, u radu se navodi analiza osnovnih intervencija na rotacionoj presi, koje omogućuju postizanje zathevanih radnih parametara. Pri tome se posebno razmatra rekonstrukcija uležištenja grejnog cilindra kao i efekti zamene do sada korišćene gumene trake koja je armirana pletenom čeličnom užadi, novim rešenjem baziranim na primeni specijalne čelične trake.

1. UVOD

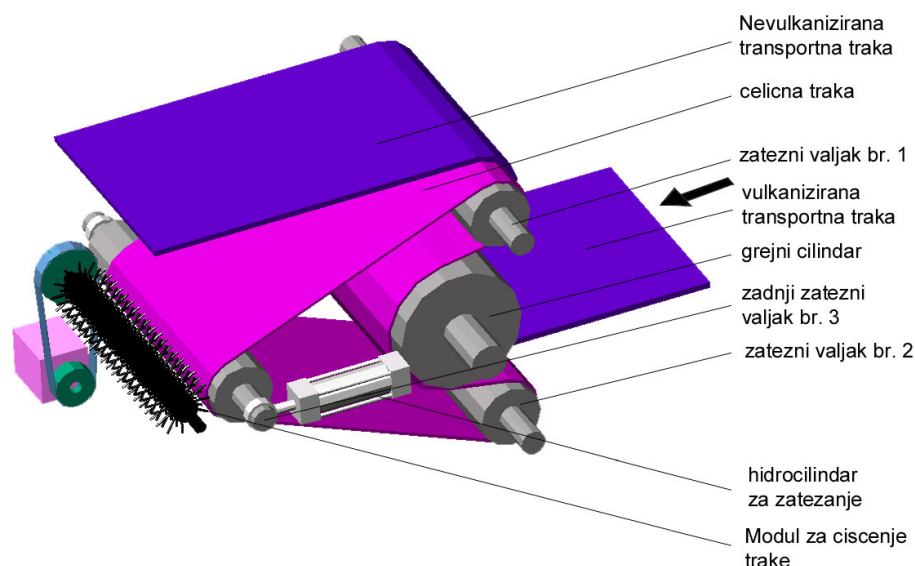
Trayal korporacija-Kruševac je, u cilju upošljavanja svojih kapaciteta u okviru Fabrike zaštitnih sredstava, pristupila osvajanju proizvodnje transportnih traka sa tekstilnim ulošcima debljine do 20 mm za potrebe transporta rasutog materijala. U skladu sa tim pokrenut je i projekat rekonstrukcije postojeće opreme. Kritični element pri tom predstavlja rotaciona presa za vulkanizaciju gde su identifikovane potrebe značajne rekonstrukcije, kojima bi se ostvariala veća radna opterećenja, precizna kontrola pritiska i temperature vulkanizacije.

Rotaciona presa predstavlja relativno novo tehnološko rešenje, koje zamenjuje konvencionalna rešenja presa za vulkanizaciju pločastog tipa, kod kojih je proces vulkanizacije bio diskontinualan. Rotacione prese omogućavaju ostvarivanje potpuno kontinualnog procesa vulkanizacije, čime se eliminišu sve pojave vezane za prekidne zone, povećava produktivnost i smanjuju troškovi proizvodnje. Svakako najznačajnija prednost je odstupstvo bilo kakve prekidne zone, u kojoj su se javljali problemi vezani za različita odstupanja od nominalnih mehaničkih svojstava ili svojstava ostvarenih van zona prekida. Osnovni funkcionalni delovi rotacione prese za vulkanizaciju su prikazani na slici 1. Sam proces presovanja ostvaruje se pomoću valjka preko koga se zateže traka. Kontinualanom rotacijom valjka, ostavruje se kontinualni proces presovanja. Ovaj koncept je vrlo široko rasprostranjen na savremenim procesnim linijama i proteže se od tehnologija vezanih za prehrambenu industriju, farmaceutsku industriju, industriju sekundarne prerade drveta (izrada različitih ploča od drvene mase ili laminata), pa do industrije gumeno-tehničkih proizvoda. U slučaju procesa rotacione vulkanizacije, koristi se grejni cilindar, koji se zagreva pomoću pare i na koji se dovodi prethodno montirana (odredjen broj slojeva, ojačanih tekstilnim ili nekim drugim ulošcima) gumena traka. Ova gumena traka se izlaže potrebnom pritisku pomoću beskonačne trake, čime se praktično postižu svi potrebni uslovi za proces vulkanizacije. Tri valjka, čiji se položaj može podešavati vode i zatežu beskonačnu traku.

Kao što je već navedeno, proces vulkanizacije se izvodi između grejnog cilindra i čelične trake u uslovima povišenog pritiska i temperature [2, 3]. Potreban pritisak se ostvaruje zatezanjem trake pomoću hidrocilindra na zadnjem zateznom valjku. Proizvodnja transportnih traka zahteva sledeće parametre vulkanizacije: 1) pritisak: 1,0 do 1,2 MPa; 2) temperatura: 140-180 °C; 3) vreme vulkanizacije: funkcija debljine transportne trake; posledica je prečnika i broja obrtaja grejnog cilindra; u razmatranom slučaju je to maksimalno 0.0265 o/min.

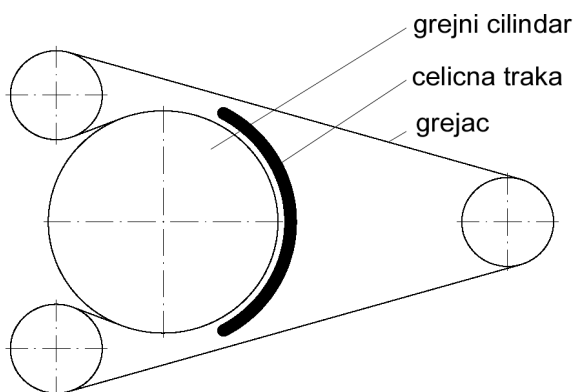
¹ Živana Jakovljević, dipl.ing.maš. Mašinski fakultet u Beogradu, e-mail: zivana@alfa.mas.bg.ac.yu

Doc. dr Petar B. Petrović, dipl.ing.maš. Mašinski fakultet u Beogradu, e-mail: petar@alfa.mas.bg.ac.yu



Slika 1. Koncept rotacione prese za vulkanizaciju.

U procesu vulkanizacije je pored temperature od 140-180°C neophodno obezbediti homogeno temperaturno polje. Ovaj zahtev postaje kritičan u slučaju veće debljine trake. U tom smislu je pored grejanja trake preko grejnog cilindra, neophodno obezbediti dodatno zagrevanje i sa suprotne strane (Slika 2). Ovaj zahtev je teško ostvariv za konvencionalna rešenja beskonačne trake, koja se izvodi kao gumena traka armirana pletenom čeličnom užadi. Iz tog razloga neophodno je korišćenje čelične trake male debljine, koja će posedovati odličnu termičku provodljivost.



Slika 2. Položaj dodatnih grejača

Jedan od osnovnih preduslova za identifikaciju uslova izvodljivosti rekonstrukcije rotacione prese, u cilju povećanja postojećih mogućnosti vulkanizacije i osvajanja proizvodnje transportnih traka sa tekstilnim ulošcima, je pozitivan rezultat analize opterećenja mehaničkog sistema prese. Pozitivan rezultat ovde podrazumeva da se svi elementi prese u izmenjenim (novim) radnim režimima nađu unutar dozvoljenih opterećenja ili predviđenog radnog veka. Analiza opterećenosti mehaničke strukture rotacione prese obuhvata dva osnovna stanja: 1) stanje statičkog ili kvazistatičkog opterećenja – pobuda se sastoji samo od statičke sile koja se uvodi u sistem preko zateznog valjka; 2) stanje dinamičkog opterećenja.

2. ANALIZA OPTEREĆENJA ČELIČNE TRAKE ZA VULKANIZACIJU

Čelična traka je osnovni radni elemenat rotacione prese. Ona prima sva opterećenja vezana za generisanje pritiska i opterećenja koja dolaze od pogonskog sistema. Pritisak vulkanizacije, tj. pritisak na grejnom cilindru je dominantno ograničen naprežanjem trake.

Kao jedan od prvih koraka u rekonstrukciji rotacione prese, Traylor korporacija je po ugledu na bugarskog proizvođača transportnih traka, pristupila zameni postojeće gumene trake armirane pletenom čeličnom užadi, specijalnom čeličnom trakom Sandvik Steel Belt 1650 SM dimenzija 1 x 1560 x 8400 mm. Čelična traka je za razliku od gumene trake izuzetno osetljiva na prisustvo čvrstih čestica na dodiru sa valjcima i grejnim cilindrom, eventualne zarezne i korozivne na valjcima i sl. Zbog toga je neophodna ugradnja modula za čišćenje trake koji se sastoji iz jedne rotacione četke i njenog pogona iza zadnjeg zateznog valjka (Slika 1). Pozitivan rezultat proračuna nosivosti čelične trake, a uzimajući u obzir njen radni vek, pokazao se kao ključan za rekonstrukciju prese.

1.1. Model statičkog opterećenja čelične trake za vulkanizaciju

Statičko opterećenje čelične trake se sastoji iz dve komponente: 1) podužnog zatezanja usled dejstva zatezne sile F_p na zadnjem zateznom valjku; 2) savijanja trake oko valjaka i grejnog cilindra. Normalni napon u čeličnoj traci se, dakle, sastoji od dve komponente: $\sigma = \sigma_{zat} + \sigma_{sav}$.

Zavisnost sile zatezanja čelične trake F , od pritiska vulkanizacije data je relacijom[1]:

$$p_N = 2F/bD \quad (1)$$

gde je b širina trake, a D prečnik grejnog cilindra. Dakle, zatezna komponenta napona iznosi:

$$\sigma_{zat} = \frac{F}{t_i b_i} \quad (2)$$

gde je u konkretnom slučaju, debljina trake $t_i = 1$ mm, a širina $b_i = 1560$ mm.

Maksimalni napon na savijanje se javlja pri savijanju (obmotavanju) trake oko valjka najmanjeg prečnika (grejni cilindar koji ima veći prečnik od pomoćnih valjaka se ne uzima u razmatranje) i definisan je opštom relacijom:

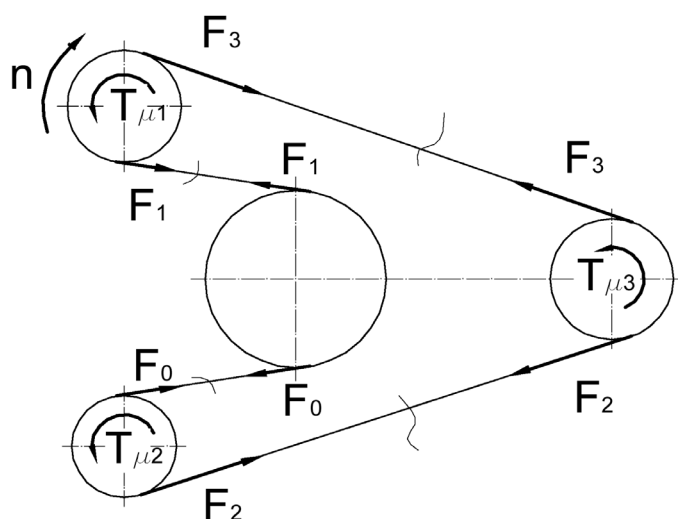
$$\sigma_{sav} = \max \left\{ \frac{E_s t_i}{d_i}, i = 1, 2, 3 \right\} \quad (3)$$

Pri ostvarenju maksimalnog pritiska vulkanizacije $p_N = 1,2$ MPa, a uzimajući u obzir dimenzije elemenata prese, napon na savijanje iznosi $\sigma = 1125$ MPa.

Zatezna čvrstoća čelične trake Sandvik 1650 SM na temperaturi 140-180 °C je 1350 MPa, što znači da čelična traka može da nosi dato statičko opterećenje.

1.2. Model dinamičkog opterećenja čelične trake za vulkanizaciju

Uvođenjem pogonskog momenta, proširuje se postavljeni statički model dinamičkom komponentom, što podrazumeva uvođenje otpora kliznih uležištenja valjaka usled trenja, trenja između čelične trake i valjka i čelične trake i transportne trake po obimu grejnog cilindra.



Slika 3. Model raspodele opterećenja duž čelične trake u dinamičkim uslovima

ovom segmentu. Imajući u vidu da su prečnici valjaka bliskih dimenzija, a da je prečnik grejnog cilindra značajno veći, za relevantni napon usled savijanja trake, a uzimajući u obzir i mesto pojave najvećeg napona usled zatezanja, uzima se napon na zateznom valjku broj 1 (Slika 1). Na osnovu prethodnog, može se dati i izraz za ukupan napon u traci u dinamičkim uslovima:

$$\sigma_{maxd} = \sigma_{savn} + \sigma_{zatez} = \frac{F_1}{b_i t_i} + E_s \frac{t_i}{d_1} \quad (4)$$

gde je d_1 prečnik zateznog valjka a E_s modul elastičnosti pri savijanju. Zavisnost sila u traci, pa samim tim ni zavisnost pritiska vulkanizacije i napona u traci, od sile zatezanja zadnjeg valjka broj 3 nije moguće izraziti u eksplicitnom matematičkom obliku. Za izračunavanje sile zatezanja zadnjeg valjka koja će obezbediti zahtevani pritisak vulkanizacije potrebno je primeniti iterativan postupak.

Primenom postavljenog modela, sledi da za vrednost pritiska vulkanizacije od 1,2 MPa, napon u traci iznosi: $\sigma_{maxd} = 1092$ MPa. Imajući u vidu da dinamička nosivost čelične trake Sandvik 1650 SM iznosi 630 MPa za $2 \cdot 10^6$ ciklusa opterećenja, kao i da je brzina čelične trake 5 m/h, izračunat je radni vek trake koji iznosi 377 časova. Ovako mali radni vek čelične trake u radnom režimu je alarmantan. Sandvik, kao proizvođač čelične trake čak i ne preporučuje primenu svojih čeličnih traka na rotacionim presama čiji je prečnik zateznih valjaka 400 mm ili manji.

Model raspodele sile duž čelične trake u dinamičkim uslovima dat je na slici 3. Valjci su uležišteni u kliznim, a grejni cilindar u kotrljajnim ležajevima. Pošto se čelična traka kreće izuzetno malom brzinom – do 5 m/h, u kliznim ležajevima se ostvaruje trenje poluokvašenih površina, pa se javljaju značajni otpori usled trenja. Trenje u kotrljajnim ležajevima se ovde zanemaruje.

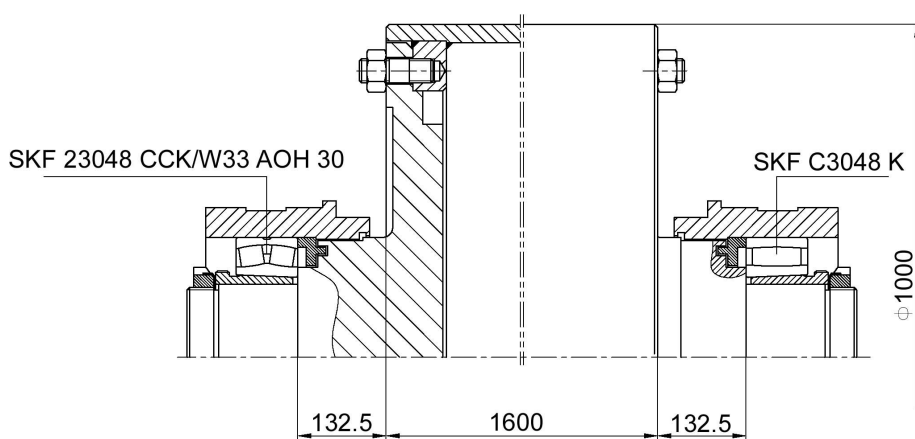
U toku rada na čeličnu traku delju sledeća opterećenjima: 1)centrifugalna sila; 2) sila zatezanja trake; 3)moment savijanja oko valjaka. Centrifugalna sila je srazmerna kvadratu brzine, pa se njeno dejstvo u ovom slučaju može zanemariti.

Sila zatezanja je najveća u vučnom segmentu i iznosi F_1 , pa se i najveći normalni napon usled zatezanja javlja u

Originalno ugrađena traka za vulkanizaciju na ovoj mašini je izrađena od gume koja je armirana tekstilom od čelične užadi. Noseći element ove trake – pletena čelična užad – se pri savijanju oko zateznih valjaka ponaša kao skup zglobovno vezanih elemenata. Zahvaljujući tome, napon usled savijanja oko zateznih valjaka malih dimenzija nema toliki udeo u ukupnom normalnom naponu u traci kao pri korišćenju čelične trake. Velika debljina ovih traka, kao i njihova struktura čine ih neadekvatnim za vulkanizaciju transportnih traka sa tekstilnim ulošcima, jer pri njihovom korišćenju nije moguća dovoljno precizna kontrola debljine proizvoda.

3. REKONSTRUKCIJA ULEŽIŠTENJA GREJNIH VALJAKA

Izmenjeni radni uslovi rotacione prese zahtevaju proveru adekvatnosti postojećeg uležištenja grejnog cilindra. Kao posebno značajan, identifikovan je novi nivo radne temperature, koji u ekstremnim vrednostima dostiže 180°C. U takvim uslovima dolazi do izražene dilatacije grejnog cilindra, koja dostiže vrednost od 2,688 mm. U takvim uslovima neophodno je obezbediti aksijalno prilagodljivo uležištenje



jednog od kraja grejnog cilindra. Takođe, noseća struktura rotacione prese ne poseduje dovoljnu krutost, pa se iz tog razloga zahteva ugaona prilagodljivost uležištenja oba kraja grejnog cilindra. Na slici 4 prikazano je rekonstruisano uležištenje grejnog cilindra, koje je izvedeno primenom bačvastog i toroidnog (CARB) ležaja. Za oba ležaja dobijen je statički faktor sigurnosti od 4.5.

Slika 4. Rekonstruisano uležištenje grejnog cilindra.

4. ZAKLJUČAK

Kritični element sistema rotacione prese za vulkanizaciju predstavlja čelična traka za vulkanizaciju. S obzirom na male prečnike valjaka 1, 2 i 3 za vođenje i zatezanje ($d_i=400\text{mm}$), kod njih se javlja izuzetno velika komponenta napona usled savijanja koja dalje uzrokuje izuzetno mali radni vek trake. Da bio se ovaj problem prevazišao neophodno je smanjiti napon usled savijanja. To je moguće uraditi smanjenjem debljine čelične trake ili povećanjem prečnika valjaka za vođenje i zatezanje. Sprovedenom daljom analizom zaključuje se da bi za dovoljni stepen smanjenja napona usled savijanja prečnik valjka za zatezanje potrebno povećati na 1000-1200 mm za date radne uslove.

5. LITERATURA

- [1] Jakovljević, Ž., Petrović, P., B., Ilić, G., Rekonstrukcija linije za proizvodnju gumiranih traka, XX Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Beograd, 2002.
- [2] Popović, R., Plavšić, M., Popović, R., Tehnologija prerade polimera, Viša tehnološko - tehnička škola Kruševac, Kruševac, 1995
- [3] Plavšić, M., Popović, R., Popović, R., Elastomerni materijali, Tehnološko-metalurški fakultet u Beogradu, Beograd, 1992

RECONSTRUCTION OF ROTARY PRESS FOR VULCANIZATION

Summary

Having a production of rubberized conveying belts whose thickness is up to 20 mm and which are used for diffused material transport as a goal, Trayal Corporation from Kruševac have started a project for reconstruction of existing line for production of rubberized conveying belts. The critical point of this line is rotary press for vulcanization. This paper presents basic review of needed interventions on rotary press. The reconstruction of heating cylinder bearings, as well as the effects of change of vulcanization belt is specially emphasized.



M. Janjić, V. Domazetović, M. Vukčević¹

ODREĐIVANJE SPECIFIČNOG DEFORMACIONOG OTPORA METODOM KONAČNIH ELEMENATA

Rezime

U radu je dat kratak pregled krivih ojačavanja određenih različitim metodama i ukazano je na njihovo međusobno odstupanje. Izvršena je numerička simulacija metodom konačnih elemenata, korišćenjem softverskog paketa DEFORM i dobijeni rezultati od kojih je radna sila upoređena sa eksperimentalno dobijenom. Na osnovu odstupanja radne sile dobijene na dva načina iterativnim postupkom izvršena je korekcija krive ojačavanja primijenjene u simulaciji. Za novu krivu ojačavanja numeričkom simulacijom se dobijaju rezultati koji odstupaju od stvarnih u zahtijevanim granicama.

1. UVOD

Od proizvodnih tehnologija se svojom složenosti posebno izdvaja obrada deformisanjem, koja naročito dolazi do izražaja kod projektovanja tehnologije koja podrazumijeva i naponsko deformacionu analizu. I pored činjenice da veliki broj istraživača u svijetu i kod nas radi na ovim problemima, još uvijek nijesu data definitivni metodi i rešenja čak ni najjednostavnijih postupaka obrade. Kao posledica toga, često se u proizvodnim uslovima projektovanje tehnologije vrši na bazi znanja i iskustava ljudi koji to rade. Ovakav pristup projektovanju dovodi do teškoća naročito kod složenijih procesa, kao što je zapreminsko deformisanje.

Aktuelna su tri pristupa rešenju problema zapreminskog deformisanja. To su: teorijski, eksperimentalni i numerički. U poslednje vrijeme, zahvaljujući rapidnom razvoju računarske tehnike naročito je došao do izražaja numerički pristup rešavanju problema. Kao najmoćniji numerički metod koristi se metod konačnih elemenata - FEM (Finite Element Method). Na bazi ovog metoda napravljeno je više komercijalnih softverskih paketa za numeričku simulaciju procesa zapreminskog deformisanja. Najpoznatiji od tih paketa su: DEFORM (USA), EESY-FORM (UK), ABAQUS (USA), CAMPform (Korea)... Jedan od najboljih softverskih paketa je DEFORM, čiji je proizvođač Scientific Forming Technologies Corporation (SFTC) u kojem je vršena simulacija i dobijeni rezultati koji su prezentirani u ovom radu.

U radu su date krive ojačavanja trećeg reda dobijene po različitim metodama za materijal AlMgSi_{0,5} koji se najčešće koristi za procese istosmjernog istiskivanja profila i zapreminsko oblikovanje u otvorenim kalupima. Izvršeno je i snimanje sile u funkciji promjene visine slobodnog sabijanja priprema. Izvršena je simulacija deformisanja za date uslove slobodnog sabijanja i izvršeno je upoređenje radne sile dobijene eksperimentalno i simulacijom, i predložena je korekcija krive ojačavanja korišćene u simulaciji.

2. EKSPERIMENTALNO ISTRAŽIVANJE

Krive ojačavanja su karakteristika materijala koji se deformiše u zavisnosti od uslova deformisanja, prije svega stepena deformacije, brzine deformacije i temperature. Postoji relativno veliki broj teorijskih i eksperimentalnih metoda za određivanje specifičnog deformacionog otpora koje daju međusobno različite rezultate koji u manjoj ili većoj mjeri odstupaju od realnih. Ni jedan od ovih metoda ne daje apsolutno tačne krive ojačavanja. Ovo je prije svega povezano sa nemogućnošću postizanja jednoosnog naponskog stanja prilikom izvođenja eksperimentalnih ispitivanja. Ovaj problem se pokušava izbjeći na različite načine.

U ovom radu su određene krive ojačavanja legure aluminijuma AlMgSi_{0,5} (Tabela 2.) na osnovu 5 različitih eksperimentalnih metoda. Korišćene metode su:

1. Metod izražene zone deformacije (MIZOD),

¹ Mr Mileta Janjić, Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, Cetinjski put bb, 81000 Podgorica; 081 242917; mileta@cg.ac.yu
Prof. dr Vuko Domazetović, Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, Cetinjski put bb, 81000 Podgorica; 081 242917; vuko.domazetovic@cg.gov.yu
Prof. dr Milan Vukčević, Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, Cetinjski put bb, 81000 Podgorica; 081 242917; milanvu@cg.yu

2. Metod sabijanja hidrodinamičkim trenjem (MSHT),
3. Šofmanov metod (ŠM),
4. Uprošćeni metod (UM) i
5. Metod jednoosnog zatezanja (MJZ).

Tabela 1. Hemijski sastav AlMgSi_{0,5}

Element %	Fe	Si	Ti	Cu	Zn	V	Cr	Mn	Mg	Ni	Ostalo
AlMgSi _{0,5}	0.207	0.477	0.01	0.09	0.068	0.004	0.01	0.1	0.493	0.02	-

MIZOD se bazira na ideji uspostavljanja linijskog naponskog stanja eliminisanjem trenja tako što se koriste pripremi promjenljivog poprečnog presjeka. Središnji cilindrični dio prelezi u dio sa radijusom sa obadvije strane, tako da je čeonu površina znatno veća od površine poprečnog presjeka središnjeg dijela pa ostaje konstantna tokom cijelog procesa deformisanja [1].

Metod sabijanja hidrodinamičkim trenjem (MSHT) predložio je Rastegajev, koji je postigao jednoosno naponsko stanje eliminisanjem kontaktnog trenja. Na čeonim stranama epruveta se prave udubljenja koja se popunjavaju mazivom, tako da praktično trenja metala o metal ima samo po obodu epruvete i to u početku procesa deformisanja. U daljem toku procesa deformišu se i udubljenja epruvete, mazivo se istiskuje pod pritiskom i na taj način razdvaja čeone površine epruvete i alata [2].

Šofmanov metod (ŠM) predstavlja metod sabijanja više uzoraka jednakih prečnika a različitih visina. U toku sabijanja ovih uzoraka snima se indikatorski dijagram promjene radne sile u funkciji promjene visine, na osnovu koga se dobija dijagram zavisnosti radnog pritiska od deformacije. Ovaj se dijagram prevodi u dijagram zavisnosti radnog pritiska od odnosa prečnika i visine. Ekstrapolacijom ovih krivih do presjeka sa ordinatnom osom dobijaju se vrijednosti specifičnog deformacionog otpora za odgovarajuće vrijednosti stepena deformacije, koje interpolacijom daju krivu ojačavanja [3].

Za UM je karakteristično da se posmatra prostorno naponsko stanje nastalo pod uticajem trenja između čeonih površina priprema i alata. Metod je zasnovan na analizi napona obrazca koji se deformiše, a koje zadovoljavaju uslove ravnoteže, granične uslove, kriterijum tečenja i jednačine Levi-Mizesa koje predstavljaju vezu između napona i brzina deformacije [4,5].

Kod metoda jednoosnog zatezanja (MJZ) epruveta snima se indikatorski dijagram zavisnosti sile istezanja u funkciji promjene dužine radnog dijela epruvete. Na osnovu toga dijagrama dobija se dijagram nominalnih napona, a na osnovu veze nominalnih i stvarnih napona dobija se kriva ojačavanja [6].

Svi navedeni metodi imaju svoje dobre i loše strane. Kod MIZOD i MSHT se lako postiže linijsko naponsko stanje, međutim za veće stepene deformacije ono se narušava. Kod ova dva metoda izrada priprema je složenija, naročito kod MIZOD. ŠM zahtijeva veći broj priprema, pa samim tim i duže eksperimentalno ispitivanje, a ekstrapolacija može proizvesti značajnu grešku. Kod UM do greške dolazi usled aproksimacija koje se uvode radi jednostavnosti rešavanja sistema diferencijalnih jednačina. MJZ je moguće efikasno koristiti za manje stepene deformacije, a takođe manje brzine deformisanja uglavnom na sobnoj temperaturi.

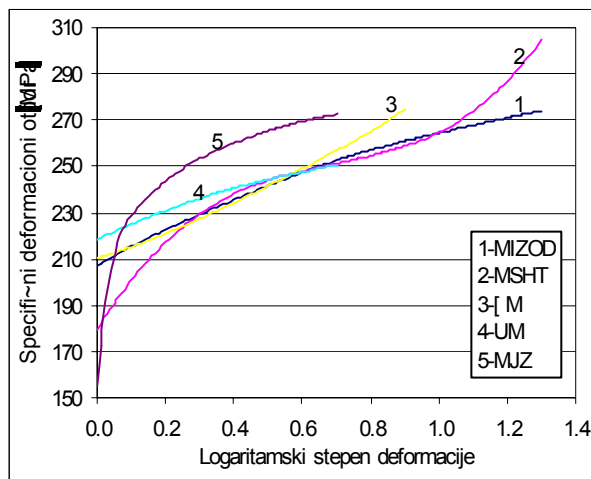
Za dobijanje krivih ojačavanja korišćenjem navedenih metoda napravljeni su odgovarajući uzorci čiji su geometrijski parametri i broj komada dati su u Tabeli 2. Ispitivanja su vršena na hidrauličkoj presi tipa R100 ruske proizvodnje koja je opremljena informacionim sistemom za precizno mjerenje radne sile u funkciji hoda pokretnog stola prese. Informacioni mjerni sistem vrši automatsku konverziju analognog signala jačine struje dobijenog mjerenjem mehaničkih veličina električnim putem u digitalni signal čija se akvizicija vrši na računaru u obliku pogodnom za dalju obradu.

Ispitivanja su vršena u hladnom stanju, tj. na sobnoj temperaturi $t=20[^\circ\text{C}]$.

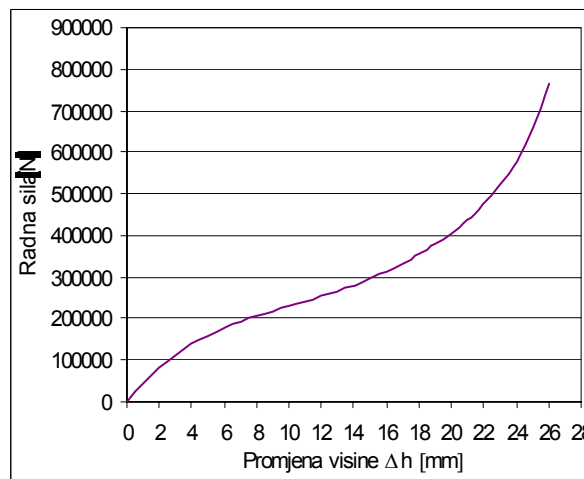
Tabela 2. Geometrijski parametri ispitivanih uzoraka

R.br.	Metod	d_0	$h_0(l_0)$	Kom.	Ostale dimenzije
1	MIZOD	24.04	14.5	2	R=25
2	MSHT	31.9	37.3	3	$u=2, t=0.7$
3	ŠM	31.9	20	2	
			18	2	
			16	2	
			14	2	
4	UM	31.9	38	2	
5	MJZ	8	40	3	

Nakon izvršenih eksperimentalnih ispitivanja i obradom dobijenih rezultata na odgovarajuće načine dobijeni su dijagrami zavisnosti stvarnih napona od logaritamskog stepena deformacije, koji predstavljaju krive ojačavanja trećeg reda. Zbirni dijagram krivih ojačavanja dobijenih korišćenjem odgovarajućih metoda dat je na Sl.1. Takođe je izvršeno i slobodno sabijanje cilindričnog pripremla dimenzija $\phi d_0 \times h_0 = 30 \times 36$ [mm] čiji je indikatorski dijagram zavisnosti sile od promjene visine dat na Sl.2.



Sl.1. Krive ojačavanja dobijene različitim metodama



Sl.2. Radna sila u funkciji hoda alata

3. NUMERIČKA SIMULACIJA

3.1. DEFORM sistem

Kao što je ranije napomenuto, numerička simulacija je vršena pomoću softverskog paketa DEFORM američke kompanije SFTC. DEFORM je sistem koji se sastoji od više segmenata: DEFORM-3D, DEFORM-2D, DEFORM-PC PRO, DEFORM-PC, DEFORM-HT I DEFORM-TOOLS. Najznačajnija dva segmenta DEFORM sistema su, svakako, DEFORM-3D - za trodimenzionalne probleme obrade deformisanjem i DEFORM-2D - za dvodimenzionalne probleme tj. ravanske i osnosimetrične. Obadva ova segmenta su instalisana na Mašinskom fakultetu u Podgorici sa trajnom licencom.

Za simulaciju u ovom radu korišćen je DEFORM-2D koji se sastoji od osnovnih komponenti: Pre-processor, simulation engine i post-processor.

Pre-processor služi za kreiranje, sastavljanje i modifikovanje podataka neophodnih za simulaciju i za generisanje neophodne baze podataka [7].

Simulation engine služi za čitanje baze podataka, izvođenje numeričkih proračuna neophodnih za analizu procesa i upisivanje rezultata u bazu podataka. Ova komponenta takođe radi zajedno sa *Automatic Mesh Generation (AMG)* sistemom koji automatski generiše novu mrežu konačnih elemenata u toku rada, ako je potrebno (*Remeshing*).

Post-processor služi za čitanje baze podataka dobijene iz *Simulation engine* komponente i prikazivanjem rezultata grafički ili u obliku numeričkih podataka.

3.2. Definisane simulacije

Definicija simulacije procesa se odvija u Pre-processor-u u skladu sa zahtjevima koji se traže. Ovi zahtjevi se odnose na pet segmenata:

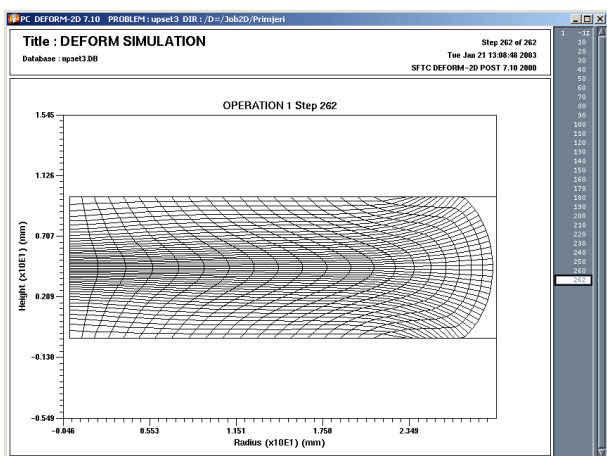
1. *Upravljanje simulacijom.* Ovdje se definišu parametri neophodni za odvijanje i zaustavljanje procesa simulacije
2. *Podaci o materijalu.* Definišu se elastični i plastični podaci o materijalu koji se deformiše. Usvaja se kruto-plastični model pa su samim tim parametri elastičnosti jednaki nuli [8]. Plastične karakteristike se definišu krivom ojačavanja. Usvaja se kriva ojačavanja po Metodu izražene zone deformacije (MIZOD) (Sl.1).
3. *Podaci o objektima.* Definiše se geometrija pripremla i radnih alata koji su u obliku ravnih ploča. Pošto je u pitanju osnosimetričan problem definiše se jedna polovina od ose simetrije. Pomoću AMG

generiše se mreža konačnih elemenata priprema. Donji alat je nepomičan, dok se gornji kreće brzinom $v=10[\text{mm}/\text{min}]$. Takođe se zadaje temperatura priprema $t=20[^\circ\text{C}]$ i usvaja se da je proces izoterman.

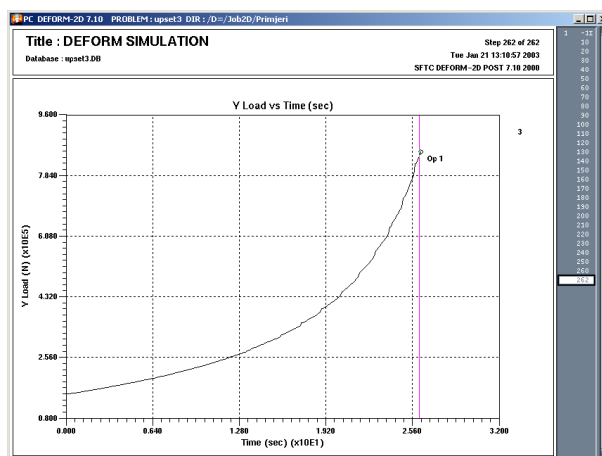
4. *Podaci o međuobjekatskoj interakciji.* Definišu se kontaktne uslovi između priprema i alata. S obzirom da je proces izotermalan definiše se samo kontaktno trenje kako konstantno Shear trenje $m=0.171$ ($\mu = m/\sqrt{3} = 0.1$ Kolumbovo trenje određeno je metodom Burgdorfa).
5. *Kreiranje baze podataka.* Vrći se generisanje neophodne baze podataka za odvijanje procesa simulacije u *Simulation engine* komponenti.

3.3. Rezultati simulacije

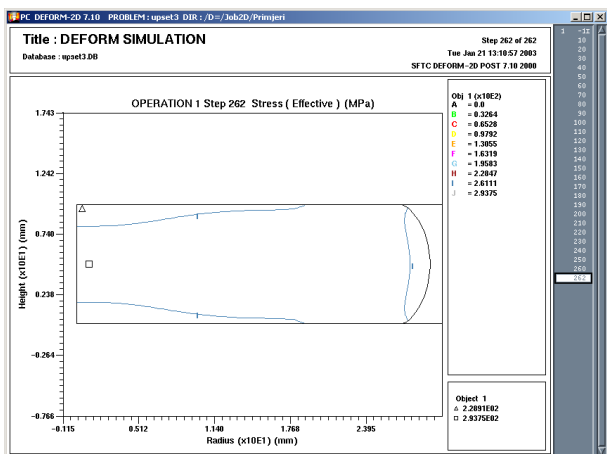
Nakon izvršenja simulacije u *Simulation engine* dobijeni su rezultati koji se prikazuju na način pogodan za korisnika u *Post-processor*-u. Dio tako dobijenih rezultata dat je na slikama Sl.3. do Sl.6. Napominje se da je u crno-bijeloj tehnici preglednija mogućnost za prikazivanje rasporeda efektivnih napona i efektivnih deformacija u obliku konturnih dijagrama nego u obliku osjenčenih kontura.



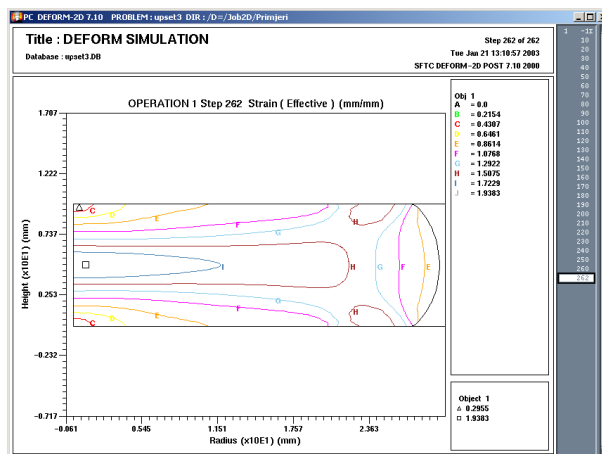
Sl.3. Mreža konačnih elemenata



Sl.4. Promjena sile u funkciji visine priprema



Sl.5. Efektivni naponi



Sl.6. Efektivne deformacije

4. UPOREĐENJE REZULTATA

Upoređenjem dijagrama zavisnosti radne sile od promjene visine priprema, dobijene eksperimentalnim putem (Sl.2.) i numeričkom simulacijom (Sl.4.), vidi se da postoji značajna razlika. Razlika se ispoljava ne samo u vrijednostima nego i po obliku promjene koja je evidentna sa dijagrama. Od ulaznih parametara koji su zadati, na vrijednosti radne sile, odnosno razlike u vrijednostima radnih sila dobijenih eksperimentalno i numerički, najviše uticaja imaju koeficijent trenja i specifični deformacioni otpor (SDO) izražen u vidu krive ojačavanja. Kako se koeficijent trenja može relativno jednostavnije i tačnije odrediti nego SDO, što nam potvrđuje razlika u krivim ojačavanja dobijenim različitim metodama, to

su autori došli do zaključka da je glavni izvor razlike u vrijednosti izmjerene i simulacijom dobijene sile, zapravo, razlika između korišćene i stvarne krive ojačavanja. To navodi na potrebu za korekcijom krive ojačavanja, pri čemu će se za korigovanu krivu simulacijom dobiti vrijednosti radne sile koje su bliske izmjerenim.

Postavlja se pitanje kako izvršiti korekciju krive ojačavanja? U svakom slučaju to nije moguće uraditi odjednom. Dakle, potrebno je više puta uraditi korekciju, što navodi na upotrebu iterativnog metoda, tj. postepeno se primicati stvarnoj krivoj dok se ne zadovolji postavljeni kriterijum.

Ako je razlika u vrijednosti sila za neku promjenu visine Δh :

$$\Delta F(\Delta h) = F_s(\Delta h) - F(\Delta h) \quad (1)$$

gdje su:

F_s - vrijednost radne sile dobijena simulacijom,

F - vrijednost radne sile izmjerene eksperimentalno,

onda se na osnovu definicije stvarnih napona dobija da je razlika SDO:

$$\Delta k(\varphi) = k_s(\varphi) - k(\varphi) = \frac{F_s(\varphi) - F(\varphi)}{A}, \quad (2)$$

gdje su:

k_s - SDO korišćen u simulaciji u trenutnoj iteraciji,

k - SDO korišćen u simulaciji u prethodnoj iteraciji,

$A = \frac{d_0^2 \pi}{4} \frac{h_0}{h_0 - \Delta h}$ - površina poprečnog presjeka uzorka.

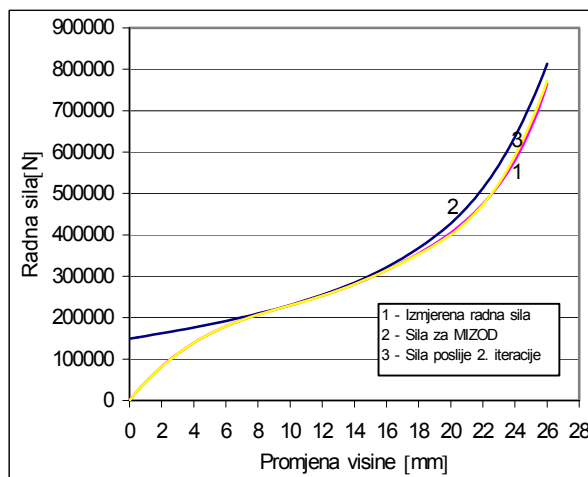
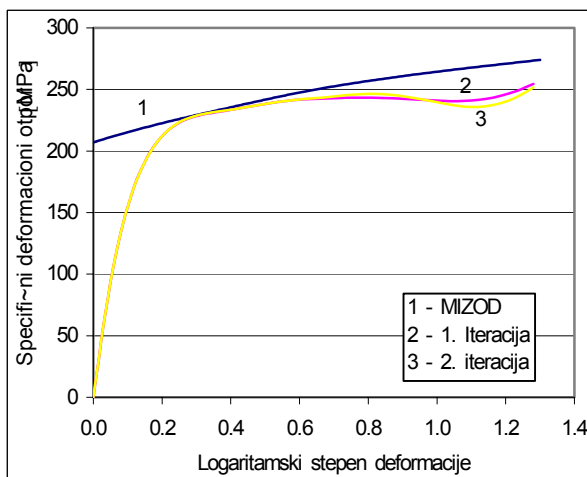
S obzirom da je kriva ojačavanja trećeg reda, tj. u funkciji logaritamskog stepena deformacije to je veza između promjene visine uzorka i logaritamskog stepena deformacije u jednačinama (1) i (2) data izrazom:

$$\varphi = \ln \frac{h_0}{h_0 - \Delta h}. \quad (3)$$

Postavlja se kriterijum da je dobijena kriva ojačavanja u nekoj iteraciji zadovoljavajuća ako maksimum razlike radne sile dobijene simulacijom i izmjerene eksperimentalno manji od 2%. Ovaj uslov se izražava izrazom:

$$\Delta F_{pmax} = \frac{|\Delta F|}{F} \cdot 100\% \leq 2\% \quad (4)$$

Ako je zadovoljen prethodni uslov onda se iterativni postupak korigovanja krive ojačavanja zaustavlja i dobijena kriva se smatra da je bolja od prethodno određene krive na osnovu neke od poznatih metoda. Na ovaj način dobijena kriva ojačavanja data je na Sl.7. zajedno sa krivim dobijenim u prethodnim iteracijama. Takođe, radi upoređenja, date su radne sile dobijene eksperimentalnim mjerenjem, numeričkom simulacijom korišćenjem krive ojačavanja po MIZOD i korigovane krive ojačavanja (Sl.8.). Proces iterativnog određivanja krive ojačavanja metodom konačnih elemenata je poluautomatizovan, tj za korekciju krivih je napravljen program u MATLAB-u koji kao ulaz koristi podatke dobijene u prethodnoj iteraciji, a kao izlaz daje podatke koji predstavljaju krivu ojačavanja za sledeću iteraciju.



Sl.7. Korigovane krive ojačavanja po iteracijama

Sl.8. Upoređenje radnih sila dobijenih na različite načine

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu izloženog u ovom radu može se reći da postoji više metoda za određivanje krivih ojačavanja kao jednog od najvažnijih ulaznih parametara i obradi defrmisanjem uopšte. Metode se međusobno razlikuju i daju rezultate koji međusobno odstupaju jedni od drugih, pa su iz tog razloga više ili manje tačni.

Numerička simulacija metodom konačnih elemenata, korišćenjem softverskog paketa DEFORM daje rezultate koji direktno zavise od ulaznih parametara, a u najvećoj mjeri od specifičnog deformacionog otpora odnosno krive ojačavanja. Ovo je pokazano na primjeru radne sile koja odstupa od eksperimentalno izmjerene prilikom korištenja krive ojačavanja dobije po jednoj od poznatih metoda - metodi izražene zone deformacije.

Zbog odstupanja vrijednosti radne sile dobijene eksperimentalno i simulacijom, korišćena kriva ojačavanja je korigovana i dobijena kriva koja je bliža realnoj i daje bolje rezultate. Takođe je moguće navedenu krivu dobiti i za proizvoljno pretpostavljenu krivu ojačavanja, pa prethodno nije potrebno određivati krivu ojačavanja po nekoj postojećoj metodi.

Ako se pogleda dobijena kriva ojačavanja (Sl.7.) vidi se da je $k_0=0$ odnosno da postoji početni dio koji odgovara sabijanju u oblasti elastičnosti. To znači da korišćeni kruto-plastični model numeričke simulacije metodom konačnih elemenata nije dobro pretpostavljen već je trebalo koristiti elasto-plastični model, što je realno za slobodno sabijanje priprema od materijala AlMgSi0,5 na sobnoj temperaturi.

LITERATURA

- [1] Vukčević Milan: Prilog ispitivanju specifičnog deformacionog otpora Al-legure - metod izražene zone deformacije - Magistarski rad. Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, 1984.
- [2] V. A. Evstratov: Teorija obrabotki metalov davljenjejm. Hrkov, 1981.
- [3] L. A. Šofman: Teorija i rasčoti procesov holodnoj štampovki. MOskva, 1969.
- [4] Janjić Mileta: Prilog modeliranju tečenja metala pri zapreminskom oblikovanju osnosimetričnih elemenata - magistarski rad. Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, Podgorica, 1997.
- [5] Zogović Slaviša: Modeliranje radnog pritiska i tečenja metala pri zapreminskom oblikovanju u otvorenim kalupima. Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, Podgorica, 1996.
- [6] Miroslav Plančak, ...: Praktikum laboratorijskih vježbi iz tehnologije plastičnosti. univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1997.
- [7] DEFORM-2D Version 7.1 Release Notes. Scientific Forming Technologies Cotporation - SFTC, 1999.
- [8] M. Philip, O.-K. Harrer, M. Janjic: Zylinderstauchen - Versuch und Simulation. Berg- und Hüttenmännische Monatshefte - BHM, 147. Jg. (2002), Heft 1

M. Janjić, V. Domazetović, M. Vukčević

DETERMINEING SPECIFIC DEFORMATION REACTION BY FINITE ELEMENT METHOD

Summary

In this paper is given short overview curves of hardening are got by different methods, and depicted on their deviation for each other. Numeric simulation by finite element method is performed, and got results from working force compared with experimental attained force. On the base deviation working forces are attained on two ways, correcting applied curve of hardening in simulation is done by iterative mode. Result given by numeric simulation for new curve of hardening has difference with real in requested limits.



M. Kalađiћ¹

ДИНАМИЧКА СТАБИЛНОСТ ОБРАДНИХ СИСТЕМА²

Резиме

У раду се, полазећи од интегралне анализе динамике носећих структура машина алатки и динамике процеса резања, детаљно описује динамичка стабилност обрадних система. Прво се дају теоријске основе слободних и принудних вибрација система са једним степеном слободе. Потом се дефинишу фреквентне карактеристике за системе са једним и више степени слободе. Коначно се анализира регенеративни ефекат настанка самопобудних вибрација (chatter). На крају, развијен поступак одређивања динамичке стабилности (резање без chatter'a) илуструје се на примеру чеоног глодања.

1. УВОД

Обрадни се систем дефинише као машински систем са обрадним процесом као основном функцијом, где се машински систем састоји од машине алатке, подсистема алата, подсистема прибора и подсистема обрадака. С друге стране, динамика обрадног система састоји се од динамике носеће структуре машине алатке и динамике процеса резања. Значајна истраживања у оквиру динамике носећих структура често нису узимала у обзир динамику процеса резања. Динамичко понашање обрадних система, које је дефинисано интензитетом и карактером вибрација у току извођења обрадних процеса, има пресудан утицај на квалитет обрађене површине, хабање алата, хабање и век трајања других елемената машинског система, и др.

Динамички систем се састоји од машинског система и радних процеса са одговарајућим међудејствима, где радни процеси у оквиру обрадног система, обухватају поред процеса обраде и остале физичко-хемијске појаве у машинском систему, које су временске променљиве (на пример: трење, процеси у погонском систему, и др.).

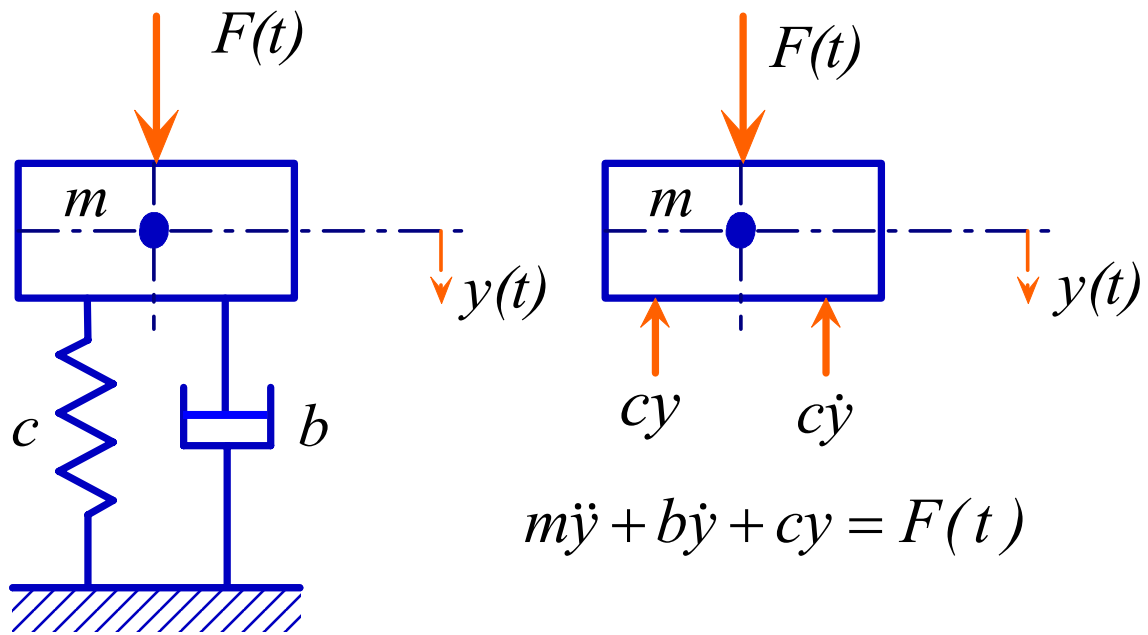
Обрадни систем је динамички систем са бесконачно много степени слободе. Међутим, механичког смисла и утицај на динамичко понашање, имају само првих неколико степени слободе са најнижим сопственим фреквенцама. Зато се, у наредним одељцима, дају, прво, основе теорије динамичких система, полазећи од система са једним степеном слободе, до сложених система где се на примеру глодалице и чеоног глодања дају теоријске основе настанка вибрација и дефинисање динамичке стабилности са описом програмске формализације у практичним прорачунима.

2. ОСНОВЕ СЛОБОДНИХ И ПРИНУДНИХ ВИБРАЦИЈА

Као пример симплифициране структуре са једним степеном слободе узима се динамички систем са масом (m), опругом (c) и пригушењем (b), где су m , c и b параметри система (сл. 1).

¹ Проф. др Милисав Калађић, дипл.маш.инж. Машински факултет, Београд, KALAJM@cent.mas.bg.ac.yu

² Саопштење се односи на радове из пројекта МИС.3.02.0127Б-“Развој метода аутоматизованог пројектовања обрадних система и процеса”, који финансира МИНТР Србије.



Слика 1 - Динамички модел система са једним степеном слободe

Под дејством спољашње силе $F(t)$, која делује на структуру, кретање материјалне тачке описује се диференцијалном једначином која следи из равнотеже свих сила у правцу осе y , односно

$$m\ddot{y} + b\dot{y} + cy = F(t) \quad (1)$$

Уколико је $F(t)=0$ онда се ради о слободним вибрацијама система, односно једн. (1) прелази у хомогену диференцијалну једначину

$$m\ddot{y} + b\dot{y} + cy = 0 \quad (2)$$

За случај када је $b=0$, систем осцилује са природном кружном фреквенцом

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}$$

За систем са пригушењем, дефинише се коефицијент пригушења, као

$$\zeta = \frac{b}{2\sqrt{cm}}$$

Исто тако, за систем са пригушењем, дефинише се и резонантна кружна фреквенца

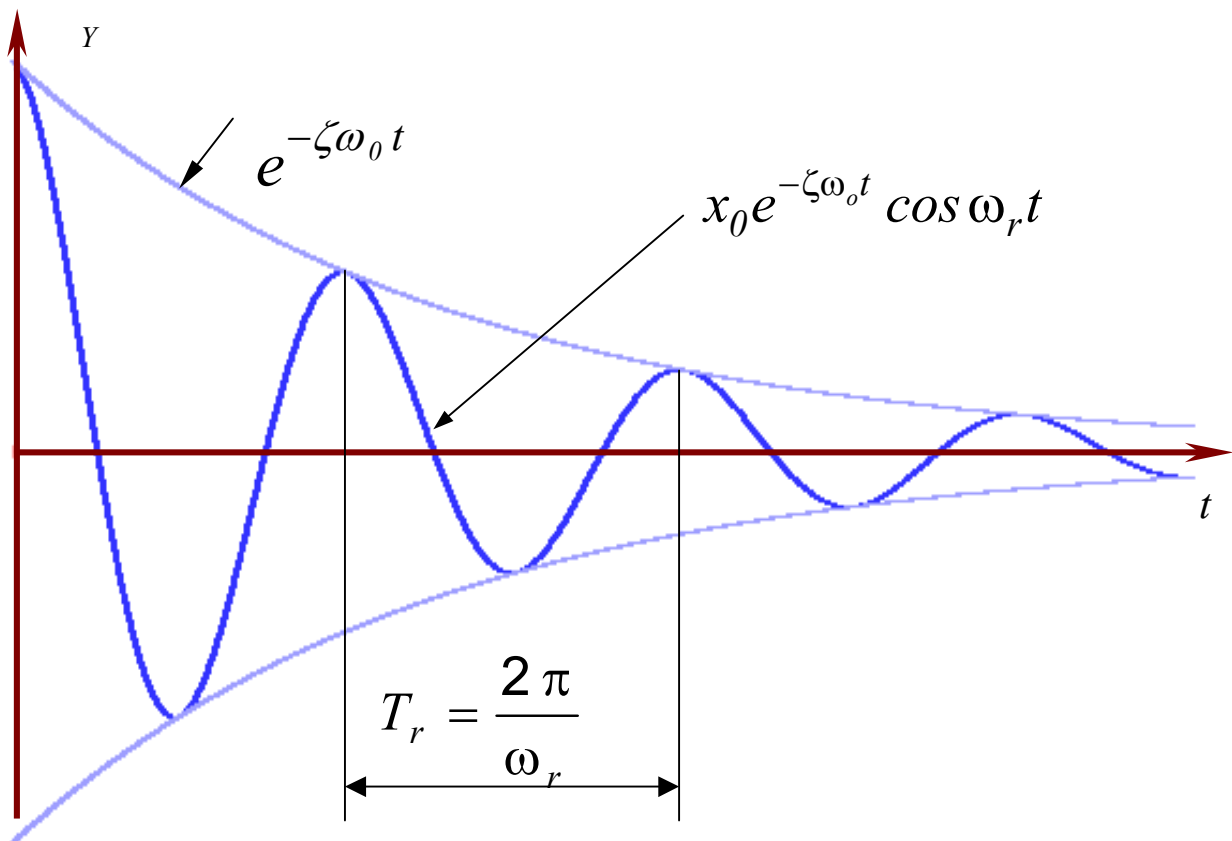
$$\omega_r = \omega_0 \sqrt{1 - \zeta^2}$$

За реалне системе, да би се наставило хармонијско кретање по престанку дејства поремећајне силе, мора бити $0 < \zeta < 1$. За обрадне системе, овај коефицијент пригушења се креће од 0,05 до 0,1.

Решење диференцијалне једначине (2) гласи

$$y(t) = y_0 e^{-\zeta\omega_0 t} \cos \omega_r t \quad (3)$$

где је y_0 неки почетни померај. Ово решење описује кретање материјалне тачке слободног динамичког система са једним степеном слободe, а илустровано је на сл. 2.



Слика 2 – Слободне вибрације система са једним степеном слободe и пригушењем

Уколико се претпоставе побудна сила и одзив система у облику комплексних функција, као

$$F(t) = F_0 e^{i\omega t}; \quad y(t) = Y e^{i(\omega t + \varphi)}$$

онда се, после смена у једн. (1), добија

$$(c - \omega^2 m + i\omega c) Y e^{i\omega t} = F(t) = F_0 e^{i\omega t}$$

Из ове једначине добијају се амплитуда и фаза хармонијских вибрација, као

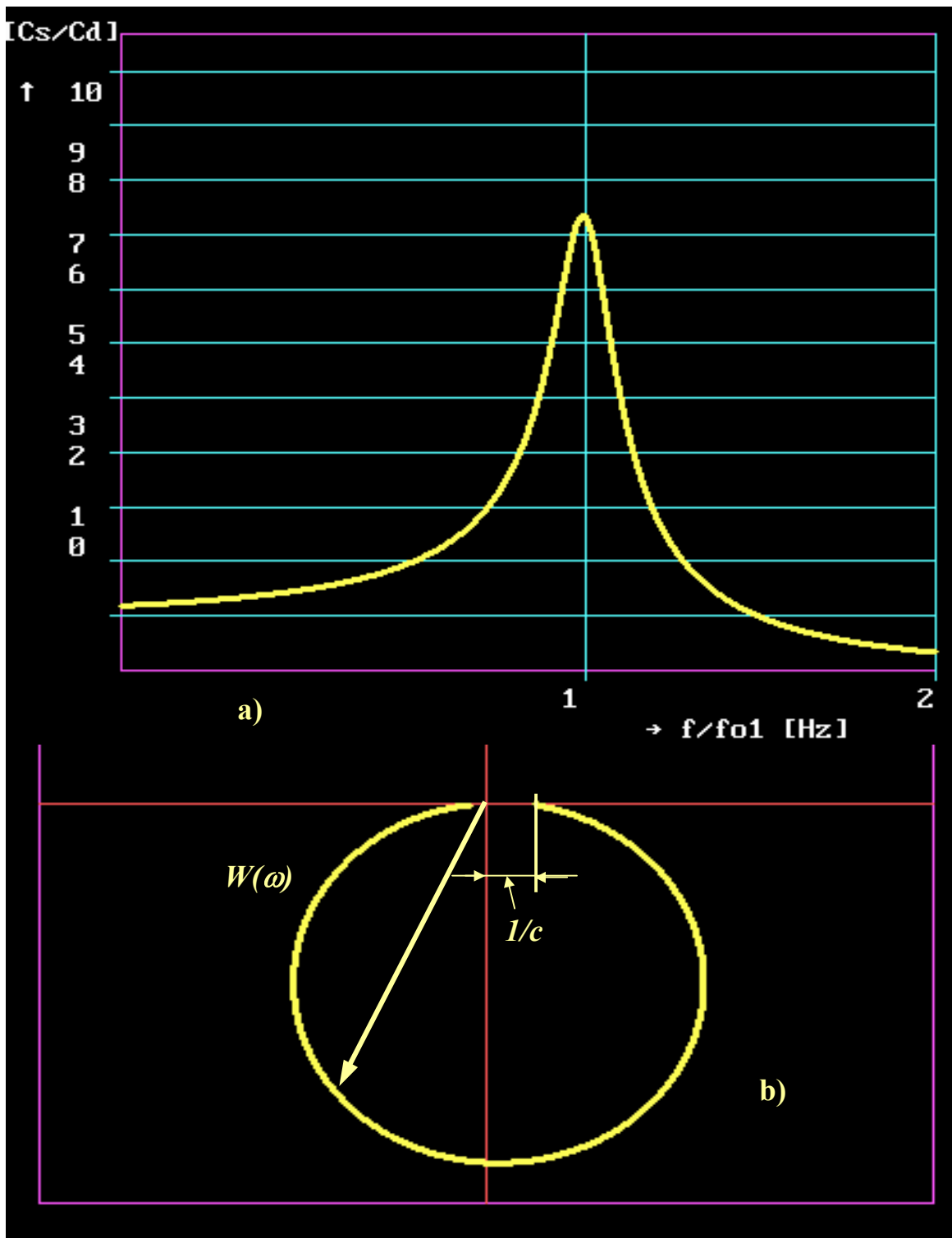
$$|W(i\omega)| = \left| \frac{Y}{F_0} \right| = \frac{1}{m} \frac{1}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (2\xi\omega\omega_0)^2}}, \quad (4)$$

$$\varphi = \arctan \frac{-2\xi\omega\omega_0}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Једн. (4) представља трансфер функцију или фреквентну карактеристику, која је приказана на сл. 3. Прецизније, $|W(i\omega)|$ је амплитудно-фреквентна карактеристика система и има карактер динамичке попустљивости, јер се за $\omega = 0$ добија

$$\left| \frac{Y}{F_0} \right| = \frac{y_{st}}{F_0} = \frac{1}{c}$$

На сл. 3, приказане су амплитудно-фреквентна и амплитудно-фазна карактеристика добијене помоћу софтвера МЕКЕЛБА ПЛУС, који је раније описан [2,3].



Слика 3 – Амплитудно-фреквентна а), и амплитудно-фазна карактеристика б), за систем са једним степеном слободе

Трансфер функција $W(i\omega)$, може се представити преко реалног и имагинарног дела, као

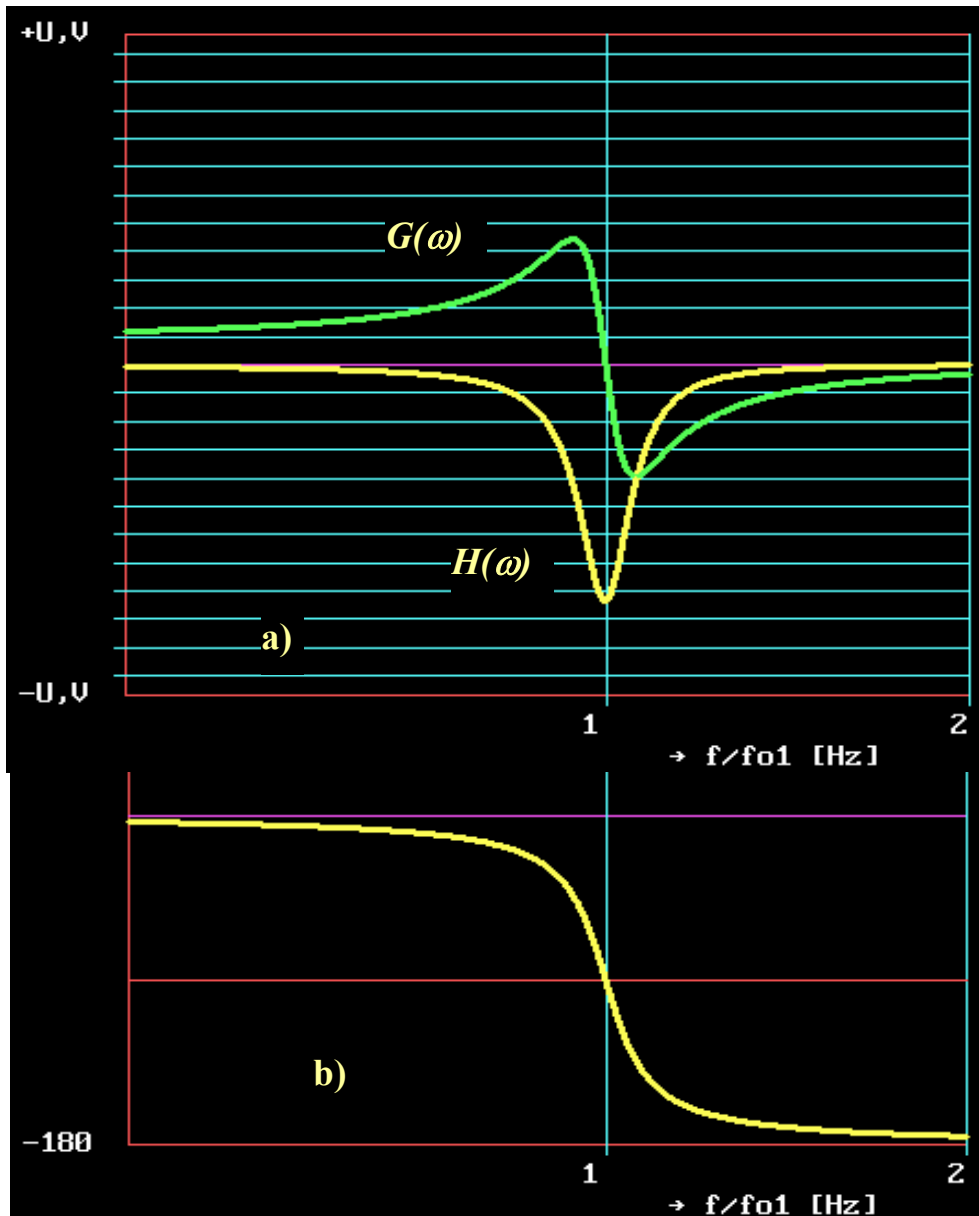
$$W(i\omega) = G(\omega) + iH(\omega)$$

где су

$$G(\omega) = \frac{1}{m} \cdot \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (2\zeta\omega_0\omega)^2}, \quad (5)$$

$$H(\omega) = \frac{1}{m} \cdot \frac{-2\zeta\omega}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (2\zeta\omega_0\omega)^2}$$

Изглед реалног и имагинарног дела фреквентне карактеристике, као и изглед амплитудно - фазне карактеристике, за систем са једним сепеном слободe, дати су на сл.4.



Слика 4 - Реални и имагинарни део фреквентне карактеристике а), и фазно - фреквентна карактеристике б)

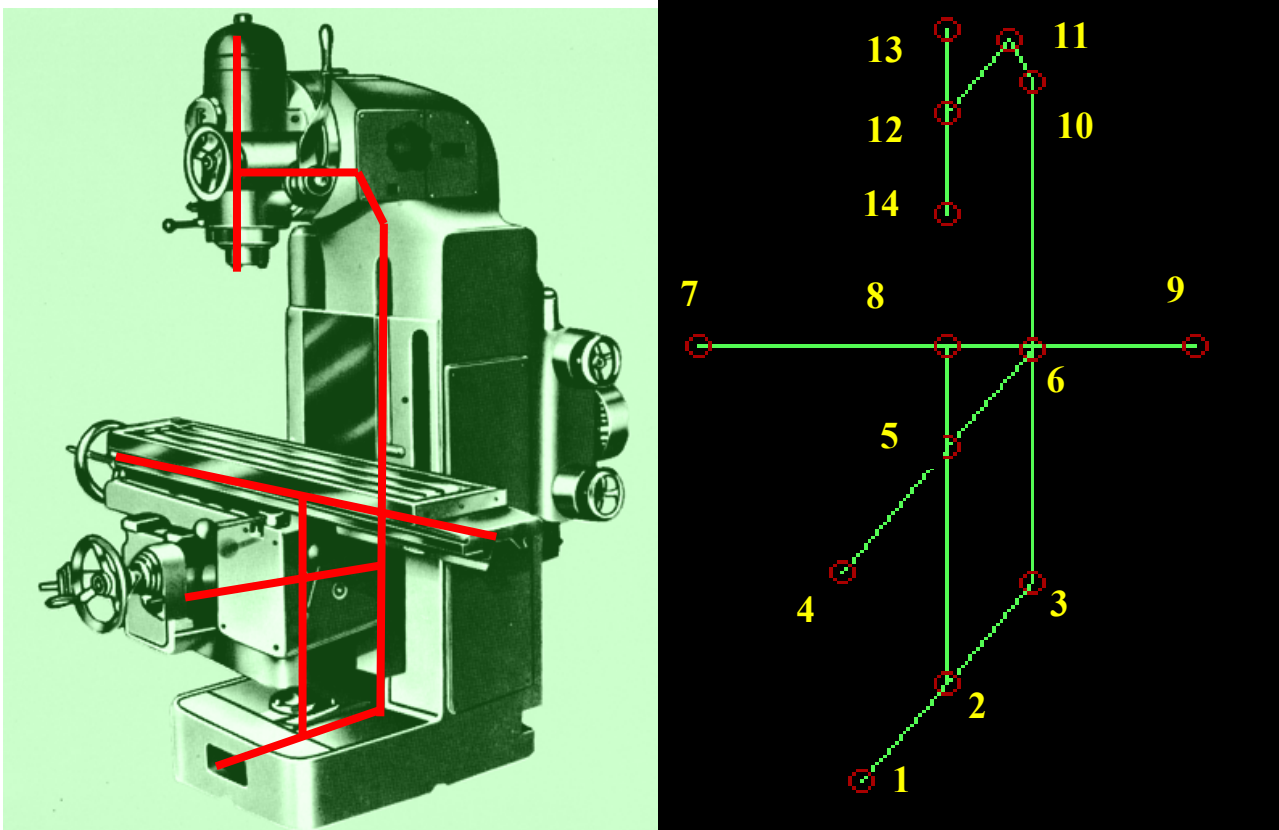
За систем са већим бројем степени слободe, данас се за моделирање и идентификацију фреквентних карактеристика, користи метод коначних елемената. Према [1], основна динамичка једначина система са коначним бројем степени слободe гласи

$$[\mathbf{M}]\{\ddot{\delta}\} + [\mathbf{B}]\{\dot{\delta}\} + [\mathbf{C}]\{\delta\} = \{\mathbf{F}(t)\} \quad (6)$$

где су $[\mathbf{M}]$ - инерциона матрица система, $[\mathbf{B}]$ - матрица пригушења, $[\mathbf{C}]$ - матрица крутости и $\{\delta\}$ и $\{\mathbf{F}(t)\}$, вектор помераја и вектор поремећајних сила.

Поступак распрезања система (6), модална анализа (одређивање главних облика осциловања, односно модова система и сопствених фреквенци), детаљно су раније описани (на пример [1,3]) са развијеним софтвером за практичне примене.

На сл. 5 је приказан изглед једне глодалице са одговарајућим дискретизованим моделом, који се састоји од 14 чворних тачака и 14 коначних елемената у облику греде. Карактеристике попречних пресека ових греда посебно се одређују као еквивалентне вредности детаљног статичког прорачуна одговарајуће подструктуре. Свака чворна тачка има 6 степени слободе, па са одговарајућих 12 ограничења на постољу машине цео систем има укупно 72 степена слободе.

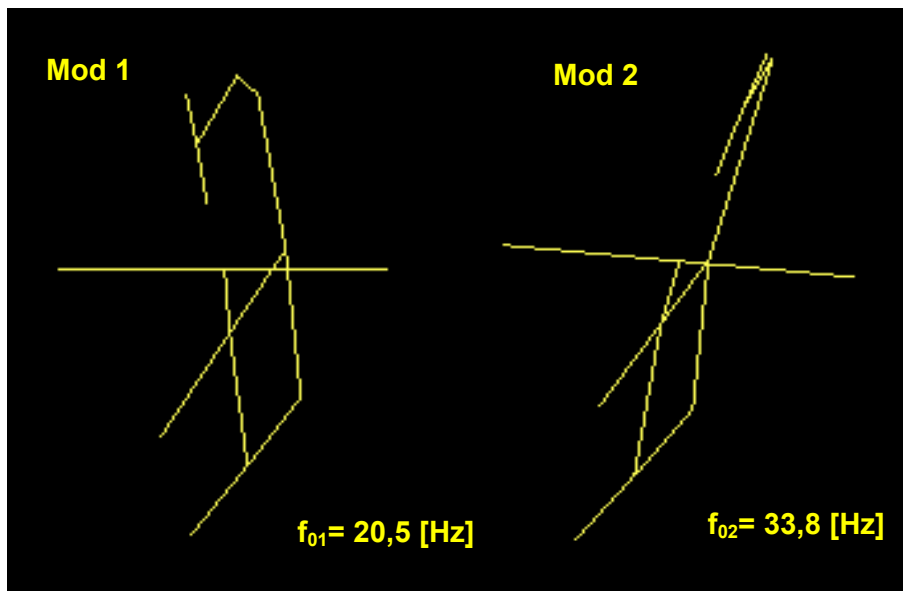


Слика 5 – Изглед једне глодалице а) и њен одговарајући дискретизован модел

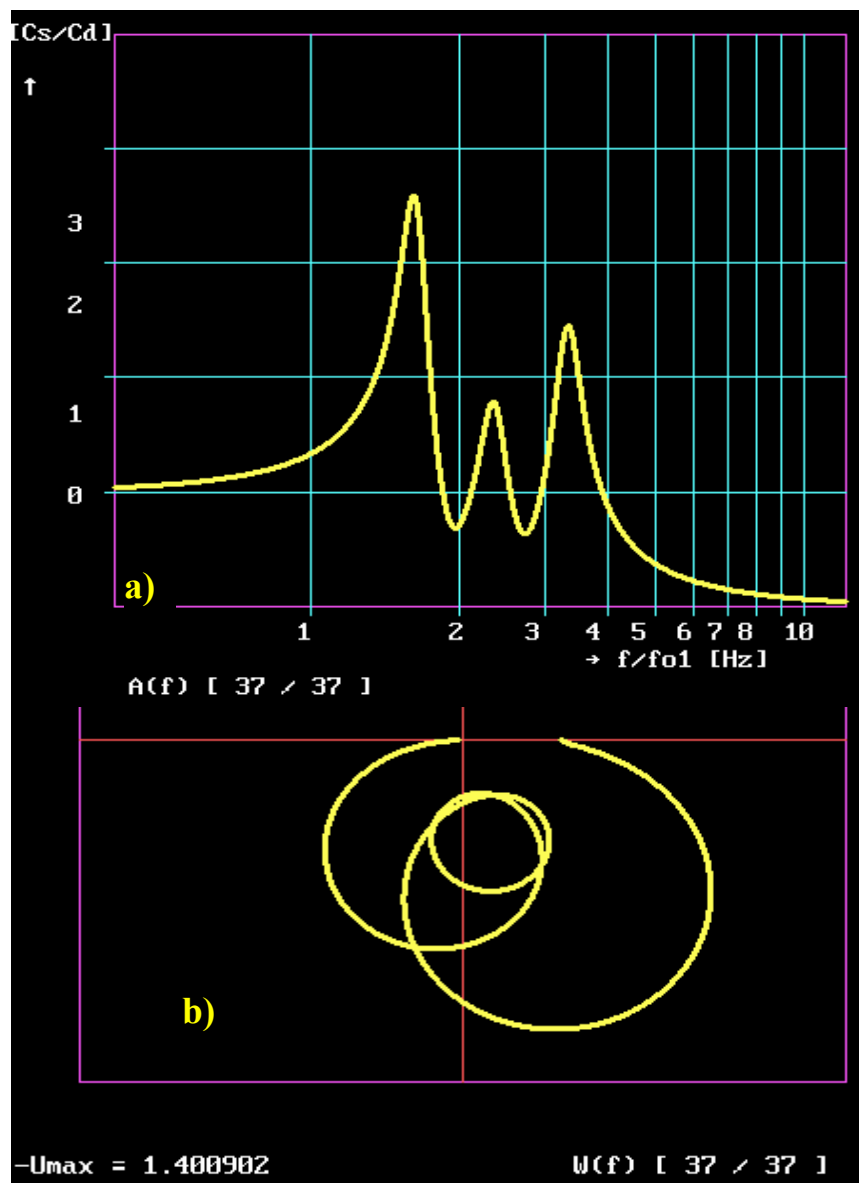
Одређивање сопствених фреквенци главних облика осциловања и фреквентних карактеристика извршено је помоћу програма МЕКЕЛБА ПЛУС.

На сл. 6 дата су прва два главна облика осциловања, односно прва два мода са сопственим фреквенцама од 20,5 и 33,8 [Hz]. Први мод представља осциловање система око хоризонталне осе у правцу стола, а други око хоризонталне осе попречно на сто. Наводи се, на пример, и да трећи мод представља увијање структуре око вертикалне осе. Такође се наводи да механичког смисла имају само првих 6 - 7 модова, а да број степени слободе од 72, представља, поред осталог, гаранцију тачности прорачуна првих модова.

На сл. 7 приказане су амплитудно фреквентна и амплитудно-фазна карактеристика модела глодалице за побуду и одзив у правцу координате бр.37. То је правац уздужног померања стола у чворној тачки 7 ($6 \times 7 = 42$; $42 - 5 = 37$). Из облика амплитудно-фреквентне карактеристике, јасно се види да прва сопствена фреквенца не утиче на њу, односно да су модови 1 и 2 потпуно независни (осциловање око две хоризонталне међусобно нормалне осе).



Слика 6 – Прва два мода за модел са сл. 5



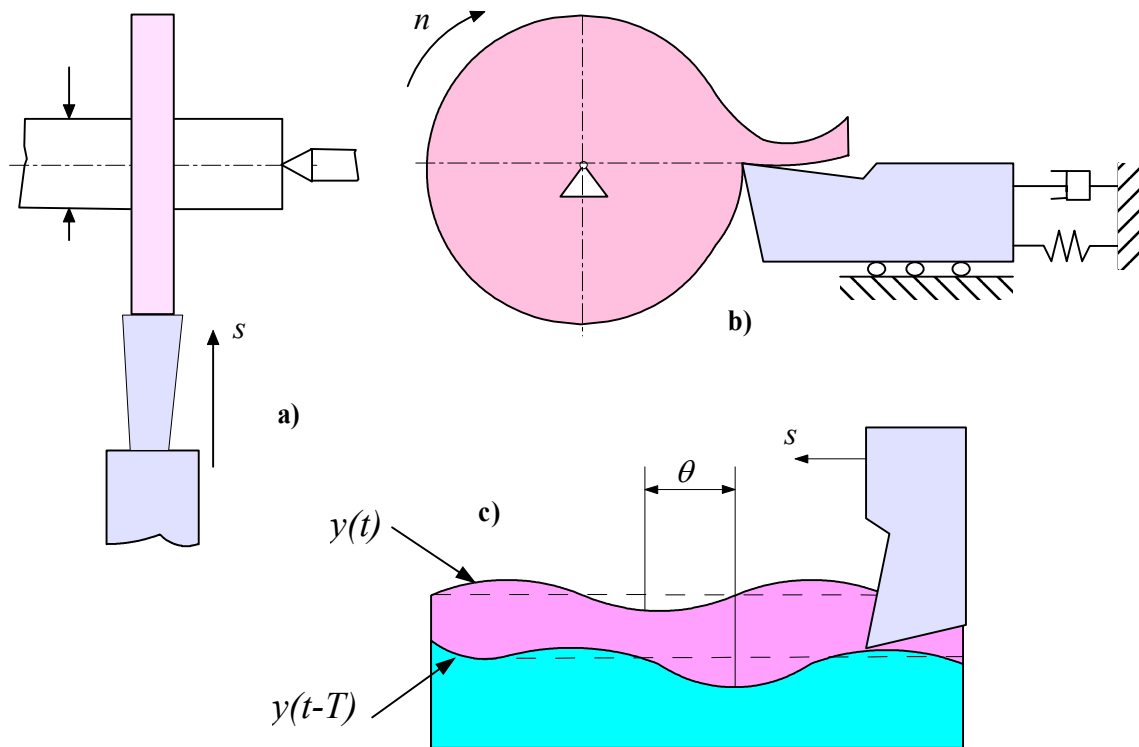
Слика 7 – Амплитудно-фреквентна а) и амплитудно-фазна б) карактеристика

3. САМОБУДНЕ ВИБРАЦИЈЕ ПРИ РЕЗАЊУ

Самобудне вибрације (chatter) при резању, описују се диференцијалним једначинама облика

$$m\ddot{y} + b\dot{y} + cy = F(y, t) \quad (7)$$

Поремећајна сила $F(y, t)$ не зависи само од y и t , већ при вибрацијама машинског система представља и функцију геометрије алата, материјала обратка, параметара процеса резања, као и функцију динамичког стања машине.



Слика 8 – Основни модел регенеративног ефекта

На сл. 8 приказан је основни модел регенеративног ефекта помоћу кога се објашњава појава самобудних вибрација. Наиме, поремећајна сила у једн. (7), као

$$F(y, t) = k_s [s + y(t) - y(t - T)] \quad (8)$$

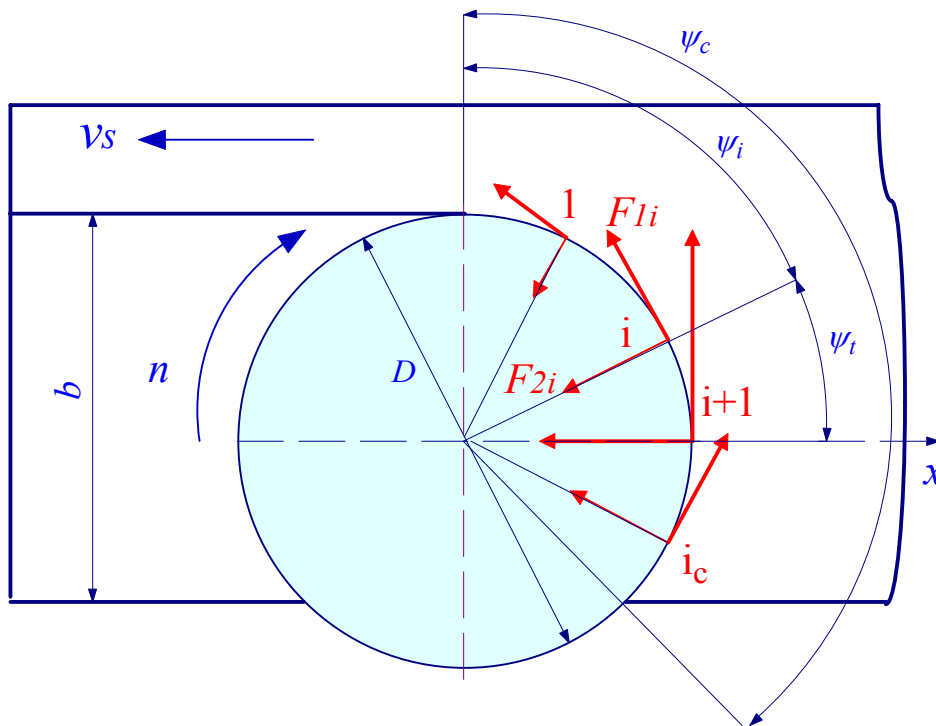
где је k_s [N/mm^2] специфични отпор резања, а $y(t)$ и $y(t - T)$ две узастопне путање, чија разлика у радијалном правцу дефинише промену дебљине струготине (сл. 8а,с). У зависности од фазног помераја настаје нагли скок вибрација и то за $\theta = 180^\circ$, где се θ даје преко

$$\theta = \frac{n}{30} T - 2\pi m, \quad (n[o/min], m = 1, 2, 3, \dots) \quad (9)$$

где је n број обрта.

С обзиром да су самобудне вибрације непожељна појава при обради резањем, која се карактерише наглим порастом амплитуда вибрација, променом у смислу повећања буке, променом у облику струготине и наглим погоршањем квалитета обрађене површине, то се динамичка стабилност обрадног система дефинише као процес обраде без самобудних вибрација. Односно, појава самобудних вибрација при резању, представља критеријум за утврђивање почетка нестабилног рада обрадног система.

4. ДИНАМИЧКА СТАБИЛНОСТ ПРИ ЧЕОНОМ ГЛОДАЊУ



Слика 9 – Упрошћен геометријски модел чеоног глодања

На сл. 9 приказан је упрошћен геометријски модел чеоног глодања. Према овој слици, а модификујући поступак и извођење из [6], одређује се, прво, величина силе глодања у правцу x – осе.

За чеоно глодало или глодачку главу са z зуба, односно уметнутих ножева или плочица, угаони корак износи

$$\psi_t = \frac{2\pi}{z},$$

док је сагласно сл.9, угао захвата глодала при тезању

$$\psi_c = \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{2b - D}{D}$$

Сада је број зуба глодала у захвату, који се заокружује на прву већу целобројну вредност, тј.

$$i_c = \frac{\psi_c}{\psi_t}$$

а положај i – ог зуба у захвату одређен је углом

$$\psi_i = \psi_c - (i - 1)\psi_t, \quad (i = 1, 2, \dots, i_c)$$

Главна отпор резања и отпор продирања i – ог зуба, за јединичну дубину резања у правцу осе глодала, дају се као

$$F_{1i} = k_s s_z \sin \psi_i, \quad F_{2i} = \varepsilon k_s s_z \sin \psi_i, \quad \varepsilon \cong 0.35 - 0.4, \quad s_z = \frac{v_s}{zn} \quad (10)$$

где су s_z [mm/zubu] – корак по зубу глодала, n [o/min] - број обрта глодала и k_s [N/mm²] – специфични отпор резања.

Укупни отпор резања у правцу x – осе, сагласно сл.9 и једн.(10), износи

$$F_x = \sum_{i=1}^{i=i_c} F_{1i} \sin \psi_i + \sum_{i=1}^{i=i_c} F_{2i} \cos \psi_i, \quad (11)$$

$$F_x = k_s a s_z \left(\sum_{i=1}^{i=i_c} \sin^2 \psi_i + \varepsilon \sum_{i=1}^{i=i_c} \sin \psi_i \cos \psi_i \right) = k_s s_z R_m$$

где је

$$R_m = a \left(\sum_{i=1}^{i=i_c} \sin^2 \psi_i + \varepsilon \sum_{i=1}^{i=i_c} \sin \psi_i \cos \psi_i \right)$$

За случај рада са глодалом са константним кораком може се узети да је промена дебљине струготине у x - правцу, која је настала услед вибрација

$$ds = x(t) - x(t-T) \quad (12)$$

где су $x(t)$ и $x(t-T)$ путање два узастопна зуба која учествују у резању узимајући у обзир вибрације, а временска константа T одговара периоду времена између та два зуба, тј.

$$T = \frac{60}{n z} \quad (13)$$

где је n [o/min] број обрта глодала.

Укупна поремећајна сила, с обзиром на једн. (11) и (13) даје се преко

$$F_x(x, t) = k_s R_m [s_z + x(t) - x(t-T)] \quad (14)$$

Да не би дошло до регенеративног ефекта, тј. да се не би вибрације сваког следећег зуба глодала при резању повећавале, мора бити испуњен услов

$$|x(t)| = |x(t-T)| \quad (15)$$

На сл. 10 дат је графо-аналитички поступак за одређивање граница стабилности. Овде се користи амплитудно-фазна карактеристика у размери силе јер је амплитуда вибрација помножена крутошћу. Узимајући да је динамички члан поремећајне силе (14) са негативним знаком једнак побудној сили, пошто отпор силе резања има супротан смер од статичке деформације, то се на граници стабилности може формирати равнокраки троугао, који представља векторски збир сила (види сл. 10). Из овог троугла непосредно следи

$$F_0 = 2\eta k_s R_m X_R \quad (16)$$

па је коефицијент промене дебљине струготине

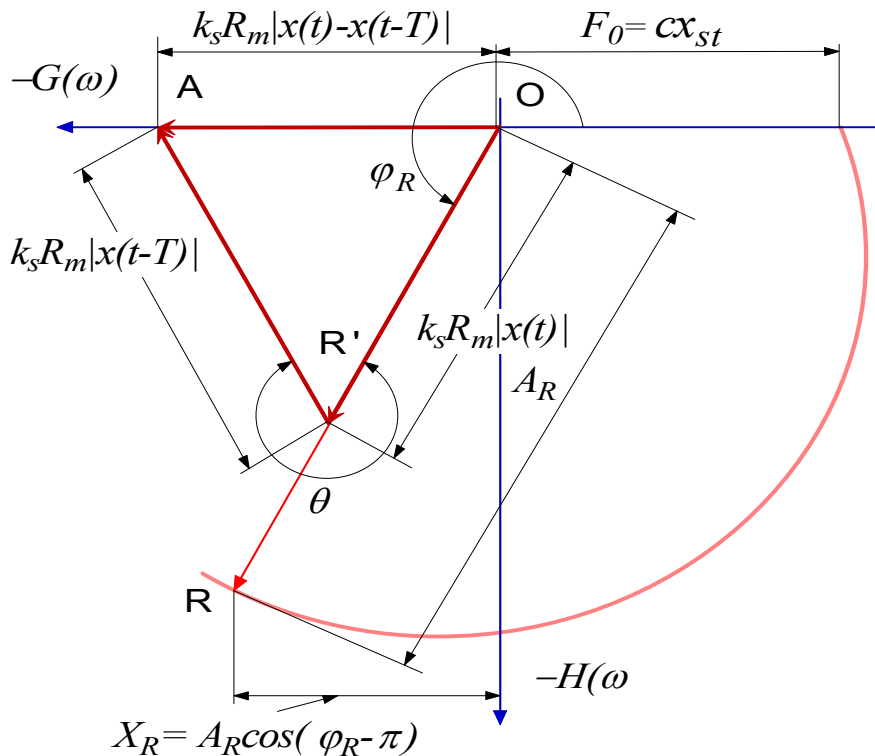
$$\eta k_s = \frac{F_0}{2R_m X_R}$$

где су F_0 – амплитуда хармонијаске побудне силе при којој је добијена амплитудно – фазна карактеристика и $\eta = |x(t)| / A_R$.

И коначно, може се увести коефицијент динамичке стабилности стабилности

$$r = \frac{\eta k_s}{c} = \frac{F_0}{2c R_m X_R} \quad (17)$$

где су c -статичка крутост и X_R -апсолутна вредност негативног реалног дела амплитудно фазне карактеристике.



Слика. 10 – Графоаналитички поступак за одређивање коефицијента динамичке стабилности при чеоном глодању

Из овог израза јасно следи да се минимални коефицијент стабилности добија за максимални реални део амплитудно-фазне карактеристике.

Број обрта се одређује из услова

$$\theta + 360m = 360f_R T$$

где су θ [°] - фазни угао између две узастопне вибрације $x(t)$ и $x(t-T)$, $m = 1, 2, 3, \dots$ и f_R [HZ] - фреквенца из фреквентне карактеристике, која одговара амплитуди A_R и фазном углу φ_R .

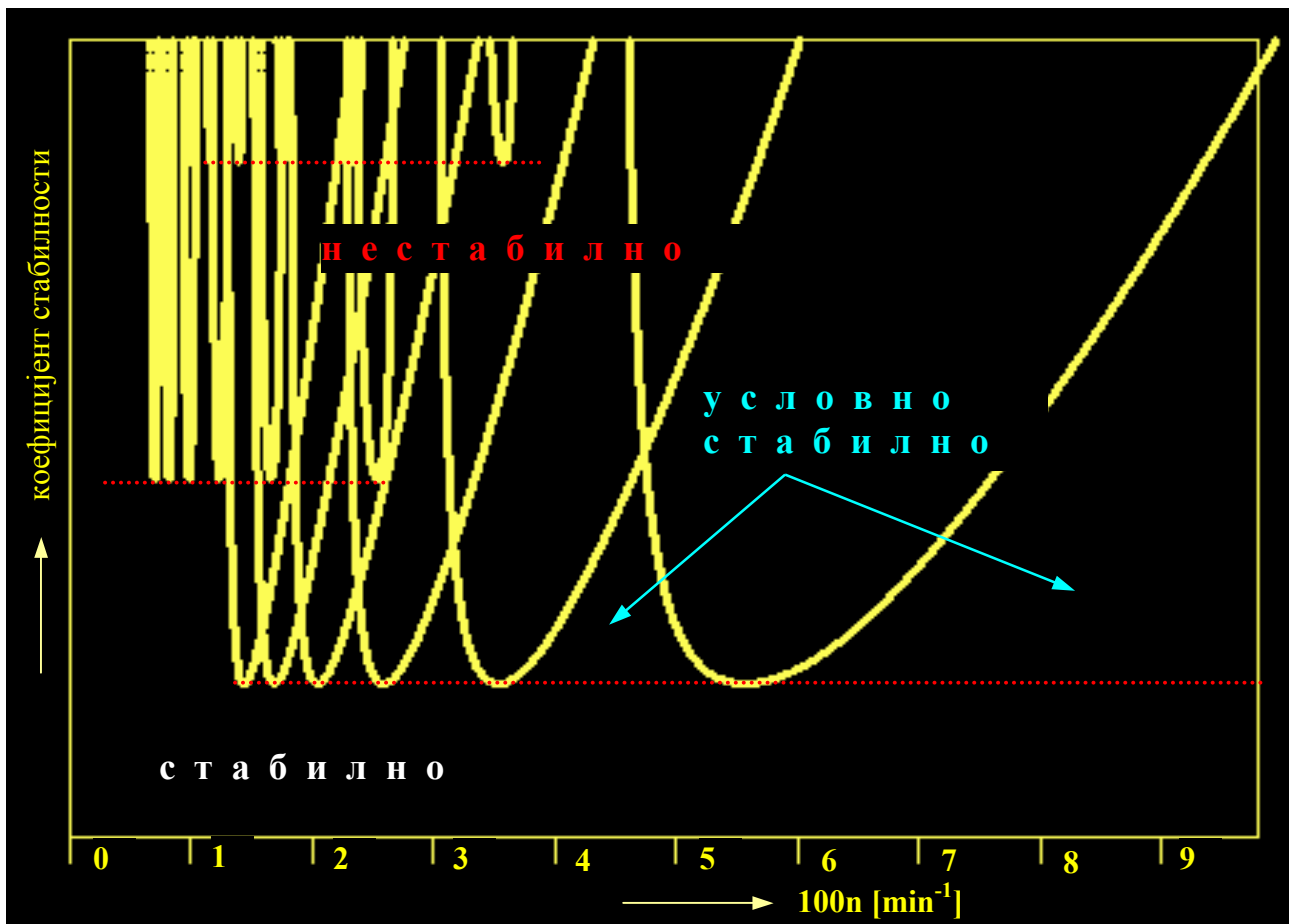
Пошто је (види сл. 10), а узимајући у обзир једн. (13), то се коначно добија број обрта који одговара коефицијенту динамичке стабилности (17), односно

$$n_R = \frac{120f_R}{z\left(\frac{\varphi_R}{90} - 1 + 2m\right)} \quad (18)$$

Користећи и надграђујући пакет програма МЕКЕЛБА ПЛУС, који су коришћени за добијање фреквентних карактеристика, а додајући параметре процеса чеоног глодања, извршени су одговарајући прорачуни и добијена је карта динамичке стабилности из амплитудно-фазне карактеристике носеће структуре вертикалне глодалице са сл. 7. Ова карта је дата на сл.11, где се уочавају три подручја: динамички стабилно, динамички нестабилно и динамички условно стабилно. Овде се појаам стабилности, како је то већ раније напоменуто, изједначава са процесом обраде без самопобудних вибрација.

Карта стабилности има лезаст карактер. На апциси су бројеви обрта глодала, а на ординати коефицијент стабилности. С обзиром да није уведен прави специфични отпор резања, то је коефицијен стабилности, преко кога се може одредити и критични корак по зубу глодала, у овом случају није нормиран, што није утицало на облик карте стабилности.. Условна стабилност настаје у процепима леза, што у принципу зависи да ли се у том

подручју користи радни број обрта. И коначно, на карти стабилности се уочавају три нивоа апсолтне стабилности, који одговарају петљама амплитудно-фазне карактеристике.



Слика 11 – Карта динамичке стабилности за обрадни систем вертикалне глодалице

5. УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

Самопобудне вибрације, не само у области машина алтки, односно обрадних система, већ и техничких система уопште, представљају стални предмет истраживања. Из раније изнетог, јасно следи да се проблем тако поставља, како одредити границу у неком радном процесу, овде процесу резања, у динамичком понашању система, када настају самопобудне вибрације. Из облика фрекветне карактеристике, јасно следи да ће цео систем имати већу динамичку стабилност уколико је крива што више померена “удесно”, а то значи да систем треба да има што већу статичку крутост и пригушење, а што мању масу, што се данас може постићи у фази пројектовања система кроз оптимизацију носећих структура.

Коначно, за сва три вида вибрација, слободне, принудне и самопобудне, може се навести следеће:

- (1) Слободне вибрације, могу се смањити или чак елиминисати уколико се узрочници почетне побуде елиминишу. То значи да је неопходна виброизолације технолошке опреме, тако да се елимише међусобни утицај радних процеса.
- (2) Принудне вибрације настају као последица радних или поремећајних процеса у систему. Тако се, на пример, као параметар радних процеса у систему појављују импулсне, ударне силе код чекића и других машина за обраду пластичним деформисањем, али се, с друге стране, као поремећајни процес појављују инерцијалне силе, обртних неуравнотежених или трансляторно померљивих маса.

У првом случају је неопходна активна виброизолација машина, а у другом, елиминација непожељних узрочника.

- (3) Код високософисцираних система са адаптивним управљањем, амплитуда вибрација служи као основни управљајући сигнал. Наиме у тренутку појаве самопобудних вибрација, односно у тренутку повећања амплитуде вибрација, мења се режим обраде уводећи систем у стабилно подручје. Међутим, код неких система одређеним интервенцијама може се знатно повећати динамичка стабилност. Као пример наводи се чеона глодање, где се коришћењем глодачких глава са променљивим лучним кораком, знатно повећава динамичка стабилност [4,6].

ЛИТЕРАТУРА

- (1) Калајџић, М., Метод киничких елемената, основи теорије, статика носећих структура,, динамика носећих структура, примене, ИАМА, Београд (1978)
- (2) Калајџић, М., Мекелба III, Грађ. књига, Београд (1990)
- (3) Калајџић, М., Мекелба Плус, ЈУПИТР конференција, 5. Југословенски симпозијум CAD/CAM, Зборник радова, Београд (1992), 1-14
- (4) Главољић, М., Калајџић, М., Симулација процеса глодања, 25. Саветовање производног машинства Југославије, Зборник радова, Београд (1995), 471-476
- (5) Албијанић, Р., Калајџић, М., Бошковић, В., Динамика обрадних центара, 25. Саветовање производног машинства Југославије, Зборник радова, Београд (1995), 523-530
- (6) Калајџић, М., Томашевић, М., Оптимизација обрадних јединица на примеру чеоног глодања, Техника (Машинство), бр. 7-8, Београд (1974), 1279-1290
- (7) Altintas, Y., Manufacturing Automation, Cambridge University Press, (2000)
- (8) Smith, S., Tlusty, J., Efficient Simulation Programs for Chatter in Milling, Annals of the CIRP, Vol.42/1, (1993), 463-466
- (9) Kruth, P. J., Liu, M. A., Vanherck, P., Lauwers, B., A Strategy for Selection of Optimal Cutting Parameter in High-Speed Milling to Avoid Chatter Vibration, Production Engineering and Computers, Mechanical Engineering Faculty, Beograd, Vol. 4, (2002), 35-42

Kalajdzic, M.

DYNAMIC STABILITY OF MANUFACTURING SYSTEMS

Paper gives detailed description of manufacturing systems dynamic stability based on integral analysis of machine tools dynamics. First, theoretical basis of free and forced vibrations (oscillations) of the system with one degree of freedom are given. Further, frequent characteristics of the systems with one and more degrees of freedom are defined. Finally, the regeneration effect of chatter initiation is analyzed. Methodology for determining of dynamic stability (cutting without chatter) is developed and illustrated on the example of face milling.



B. Kokotović

UNAPREĐENJE TESTOVA KRUŽNE INTERPOLACIJE NA NUMA POMOĆU TDBB - UREĐAJA

REZIME

Testovi kružne interpolacije numerički upravljanih mašina alatki imaju višestruk značaj. Pored značaja pri tehničkom prijemu mašine, primenom ovih testova, u opštem slučaju, moguća je identifikacija brojnih uticajnih faktora na tačnost mašine, a u cilju dijagnostike i podešavanja različitih podsistema mašine. Među različitim pristupima, po svojoj jednostanosti, fleksibilnosti i niskoj ceni opreme, izdvajaju se testovi, koji podrazumevaju uređaj sa teleskopskim štapom i dve kugle (Telescopic Double Ball Bar –TDBB). U radu je dat dat osvrt na komercijalna izvođenja ovakvih uređaja i predlog za moguće unapređenje. Unapređenje se odnosi na nadgradnju u vidu podsistema za akviziciju trenutnih ugaonih pozicija tačke na kružnoj putanji. Predstavljena je konstrukcija sklopa oslonca, koji dopušta ugradnju inkrementalnog obrtnog enkodera, a da se pri tom ne ograničava fleksibilnost uređaja..

UVOD

Provera tačnosti numerički upravljanih mašina alatki putem testa kružne interpolacije, sadržana je kao deo brojnih standardizovanih i nestandardizovanih procedura. U standardnim proverama radne tačnosti kao kriterijum se postavlja odstupanje kružnosti obrađene konture. Na oblik ostvarene putanje pri kružnoj interpolaciji, karakter i veličinu odstupanja, u opštem slučaju, utiču brojni faktori, po poreklu vrlo različiti (mehanički sistem mašine, upravljački sistem, merni sistem). Ukoliko se raspolaze zapisom odstupanja od kruga, ostvarene putanje (na primer u polarnim koordinatama), teorijski [3] je moguće ostvariti identifikaciju brojnih različitih uzroka nastalih odstupanja:

- odstupanje upravnosti vođica klizača servo-osa
- nepodešenost Kv faktora servo-osa
- stick-slip efekat pri kretanju klizača po vođicama
- neponišten bočni zazor između vođica i klizača i zaglavljivanje klizača
- zazor u paru zavojno vreteno-navrtka
- nekorektno zadat parametar za kompenzaciju zazora u paru vreteno-navrtka
- nedozvoljena varijacija koraka zavojnog vretena duž hoda klizača
- nedozvoljeno odstupanje pravosti vođica
- vibracije
- histerezis mernog sistema pozicije, itd.

Jedan pristup formiranju takvog zapisa je onaj, koji se koristi u proverama radne tačnosti NUMA: obrada probnog delam, pri pažljivo postavljenim uslovima, i formiranje zapisa pomoću NUMM. Alternativni pristup je ponudio J.B Bryan [1][2]. Uređaj koji je on predstavio u ovim radovima (Telescopic Double Ball Bar- TDBB) omogućava formiranje zapisa odstupanja raadijusa ostvarene putanje alata pri kružnoj interpolaciji na NUMA. Izrazita prednost ovakvog pristupa se ogleda u odsustvu potrebe za obradom probnog dela i potrebe za numerički upravljanom mernom mašinom (NUMM). Ova ideja je u međuvremenu doživela nekoliko komercijalnih izvođenja [5].

mr Branko M. Kokotović, asistent, Katedra za proizvodno mašinstvo, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu
Rad predstavlja deo istraživanja u okviru projekta "Razvoj metoda automatizovanog projektovanja obradnih sistema i procesa",
finansiranog od strane Republičkog ministarstva za nauku i tehnološki razvoj i LOLA korporacije

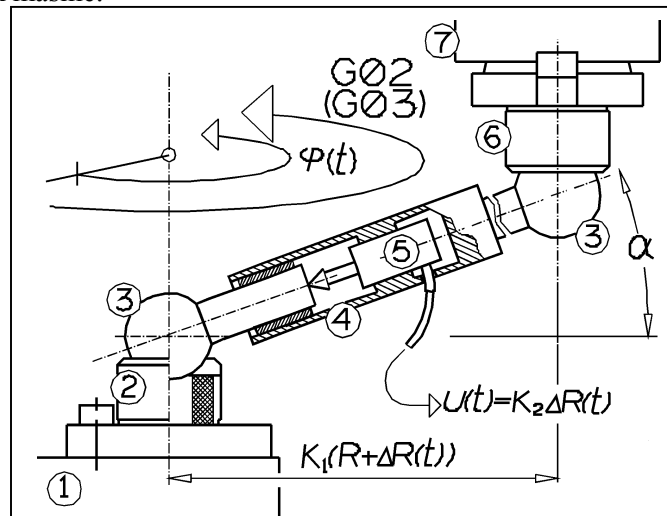
1. TDBB-OSNOVNI PRINCIP

Princip TDBB uređaja pokazan je na slici 1. Osnovna deja je jednostavna: teleskopski štap ima završetke u vidu kugli (sa vrlo uskom tolerancijom sferičnosti). Neka se radi o NU glodalici. Jedan kraj štapa je vezan, preko kugle i oslonca u tri račke (idealni sferni zglob) i permanentnog magneta, za sto mašine. Druga kugla je na identičan način povezana sa glavnim vretenom mašine.

Slika 1

Dispozicija testa kružne interpolacije pomoću TDBB-uređaja

- 1 Radni sto mašine
- 2 Oslonac (sa permanentnim magnetom) kugle na stolu
- 3 Čelična kugla
- 4 Teleskopsko vratilo
- 5 Pretvarač pomeranja (LVDT)
- 6 Oslonac kugle u glavnom vretenu
- 7 Glavno vreteno mašine



Tokom kretanja po kružnoj putanji, pretvarač pomeranja (u prvobitnom izvođenju: linearni diferencijalni induktivni, sa jezgrom - LVDT), smešten u teleskopskom štapu, registruje odstupanja tekućeg radijusa putanje u odnosu na radijus, koji odgovara polaznoj poziciji.

U odnosu na pristup koji podrazumeva obradu probnog dela, korišćenje TDBB uređaja podrazumeva znatno veću fleksibilnost, koja se ogleda u mogućnosti obavljanja većeg broja testova (različiti radijusi kružnih putanja, različiti smerovi i brzine, provere u različitim delovima radnog prostora) bez potrebe značajnijih dodatnih resursa. Za testove sa vrlo različitim radijusima putanje, dovoljan je jednostavan sistem izmenljivih nastavaka teleskopskog štapa.

Komercijalna izvođenja [5] su zadržala identičnu ideju. Osnovna razlika, u odnosu na [1],[2] je u primenjenom pretvaraču pomeranja. Radi se o linijskom inkrementalnom enkoderu (mernoj letvi). Ovakav izbor je uslovio i drugačije prateće komponente, za kondicioniranje i akviziciju signala sa pretvarača. Uz sam uređaj, prateće komponente za kondicioniranje i akviziciju signala, danas je dostupan i software, koji vrši analizu zapisa. Radi se o relativno jednostavnim rutinama: određivanje parametra odstupanja kružnosti i identifikacija eventualnog odstupanja upravnosti vođica dveju servo-osa, po kojima se, tokom testa, ostvaruje kružna interpolacija

2. TDBB- SOPSTVENO VIDENJE

U okviru projekta "Razvoj automatizovanih sistema projektovanja obradnih sistema i procesa" jedan od planiranih ciljeva je i razvoj hardverskih i softverskih komponenata prenosivog sistema, koji bi trebalo da obezbedi jednostavno izvođenje, uz arhiviranje zapisa, jednog broja uobičajenih provera geometrijske tačnosti, kao i dijagnostiku, putem testova kružne interpolacije. Osnovni doprinos se očekuje u softveru za identifikaciju pojedinih mogućih uzročnika nedozvoljenih odstupanja pri testovima kružne interpolacije i ocenjivanju odgovarajućih parametara, tamo gde je uzročne faktore moguće parametrizovati. Akvizicija odstupanja kružne putanje se planira kao proširena verzija uobičajenog testa pomoću TDBB uređaja, što je u određenoj meri rađeno u nekim istraživačkim radovima [4]. Uticajni faktori se, u konačnom zapisu odstupanja radijusa putanje, javljaju izrazito spregnuto, što njihovu identifikaciju čini netrivialnim problemom.

Za te potrebe radi se i sopstvena konstrukcija TDBB-uređaja. Ovde se daje sistem analiza podstruktura, koje se odnose na merni sistem takvog uređaja, kao i jedno viđenje mogućeg usavršavanja u odnosu na komercijalna rešenja.

Akvizicija odstupanja radijusa putanje

U svakom slučaju se radi o pretvaračima linijskog pomeranja. Mogući izbor je dosta širok. Daje se kratak pregled prednosti i nedostataka alternativnih rešenja.

- Analogni:

Misli se prvenstveno na LVDT. Dobra strana su mali gabariti, što doprinosi minimizaciji dužine štapa, i mogućnosti proveru pri kružnih putanja manjeg radijusa. Ovo je važno kod mašina sa relativno malim radnim prostorom (npr. strugovi). Loše strane: Složena i skupa oprema za kondicioniranje signala (pojačivač sa neizostavnom modulacijom i demodulacijom, sa poželjnim podsistemom za kalibraciju i poništavanje ofseta), sklonost ka generisanju signala koji sadrži značajan nivo šuma, koji potiče od blizine izvora jakih elektromagnetnih polja. U primeni koja se ovde razmatra, neizostavno je prisustvo blizine motora mašine i permanentnih magneta samog TDBB uređaja. Konačno, akviziciju signala proporcionalnog izduženju teleskopskog vratila, sa dovoljnom visokom rezolucijom podrazumeva izbor petvarača pomeraja (LVDT) manje nazivne dužine. Za testove kružne interpolacije na NUMA, dovoljno dobar izbor predstavljaju LVDT sa nazivnim hodom jezgra od ± 1 mm. Primena LVDT ovako malih nazivnih dužina čini pripremu celog testa komplikovanijom. Potrebno je, i mašinu i uređaj, u nekoliko iteracija podešavati da bi, pre pokretanja testa, LVDT bio dovoljno blizu nultog položaja. Konačno, za potrebe akvizicije analognog signala i arhiviranja zapisa za potrebe naknadne digitalne obrade (identifikacije) neophodan je računar sa modulom za akviziciju podataka sa AD sekcijom.

- Digitalni (inkrementalni linijski enkoder)

Prednosti primene linijskih enkodera u odnosu na primenu analognih pretvarača pomeranja su dobro poznati: manja osetljivost na okolno EM polje, visoka rezolucija i pri većoj nazivnoj (mernoj) dužini, jeftiniji moduli (digitalni counter-timer moduli) za akviziciju podataka, odsustvo potrebe za pojačivačima, široka tolerancija napona napajanja itd. Ipak, kao jedan značajnijih nedostataka predstavlja činjenica da postojeće konstrukcije linijskih enkodera ne dopuštaju gradnju TDBB uređaja, koji bi bio primenjiv za testove sa radijusom putanje manjim od 150mm.

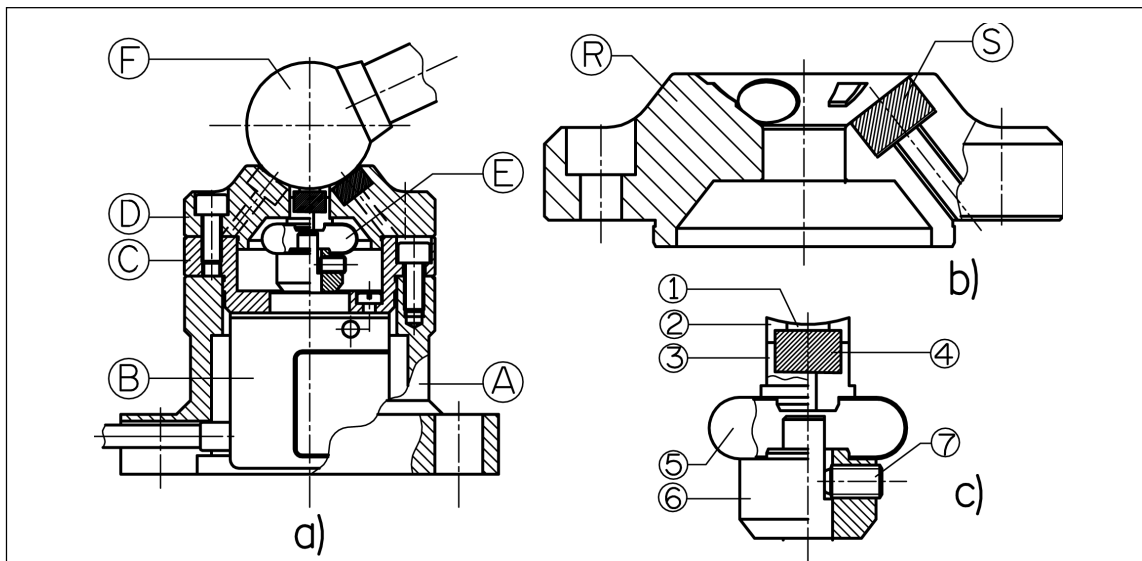
Akvizicija ugaone pozicije tačke na putanji

Originalni Bryanov uređaj ne sadrži nikakav pretvarač, koji bi omogućio akviziciju ugaonog položaja aktuelne tačke putanje pri testu kružne interpolacije, odnosno, koji bi omogućio lociranje aktuelne vrednosti greške ΔR u polarnom dijagramu. Ova ideja, zadržana i u komercijalnim realizacijama TDBB-uređaja, podrazumeva da se ugaona koordinata (φ) tačke na kružnoj putanji rekonstruiše iz vremenskog zapisa $\Delta R(t)$, smatrajući da je brzina po kružnoj putanji konstantna i da je, stoga, $\varphi(t)$ zapravo skalirana trenutnih vrednosti vremena. Uz konstantnu frekvenciju uzorkovanja, trenutna vrednost $\varphi(t)$ predstavlja skalirane redne brojeve uzoraka.

Ovakav pristup ima značajne nedostatke. Ako se i zanemare operativne poteškoće, naročito kod uzastopnog izvođenja testa, pri različitim smerovima kretanja po kružnoj putanji i pri različitim brzinama pomoćnih kretanja, ostaju dva problema. Prvi se odnosi na identifikaciju početka i završetka kretanja. Moguće rešenje predstavlja uvođenje nekog (digitalnog) okidača u proceduri akvizicije, bilo spoljašnjeg, bilo korišćenjem nekog od signala na samoj mašini (regulatorski ulaz, ili signali iz povratne sprege servo osa). Drugi problem je što se ugaona koordinata polarnog dijagrama $\Delta R(\varphi)$ rekonstruiše iz pretpostavke konstantne brzine na celoj kružnoj putanji. Ako se uzmu u obzir realno prisutne prelazne pojave ubrzanja i usporenja, onda, tako dobijena vrednost odstupa od stvarne, naročito pri većim programiranim brzinama pomoćnog kretanja. Za identifikaciju određenih pojava koje utiču na tačnosti to ne mora biti važno, ali za sve one suptilne analize, koje se izvode iz realne slike na prelazima između kvadranta, to može biti od značaja. Za postojeće uređaje ovog tipa se ne daje neka stroga procedura postavljanja ispitivanja. Ako se proveru radi na jednom punom krugu, makar u više navrata, to znači da je zbog ubrzanja i usporenja kvadrantni prelaz iz koga se polazi, za identifikaciju određenih pojava irelevantan. U tom smislu dobar pristup bi podrazumevao potrebu da se identifikacija oslanja na više zapisa kružne putanje, istog radijusa, sa različitim ugaonom pozicijom polazne (završne) tačke. Ovo, samo po sebi, čini potrebu za akvizicijom ugaone pozicije $\varphi(t)$.

Mogući su različiti pristupi u rešavanju akvizicije ugaone pozicije $\varphi(t)$. Iz poznatih razloga bi analogne pretvarače trebalo staviti van razmatranja. U opštem slučaju, rekonstrukcija $\varphi(t)$ je moguća korišćenjem signala povratne sprege bilo brzine, bilo pozicije, servo-osa čija se kružna interpolacija testira. I tako preračunate vrednosti $\varphi(t)$ odstupaju od stvarnih. Trebalo bi napomenuti da za jednostavnije i preciznije dijagnostikovanje može biti od koristi paralelni (zajedno sa $\Delta R(t)$) vremenski zapis signala povratne sprege servo osa. Primena osetljivih acelerometa (merenje nagiba štapa prema horizontalnoj ravni; kalibracija preko ubrzanja g) je diskutabilna usled inercijalnih sila, pri prelaznim pojavama (usporenje ubrzanje) i zbog prisutnih vibracija.

Ideja o mogućoj upotrebi obrtnog enkodera (apsolutnog ili inkrementalnog), kao sastavnog dela TDBB-uređaja, izgleda primamljivo. Osnovni problem koji se nameće je: za šta na uređaju (i kako) vezati obrtni deo enkodera. U tom smislu predlaže se rešenje sklopa jednog od oslonaca kugle, kao na slici 2.



Slika 2: Modifikovana podstruktura TDBB-uređaja
a) Sklop oslonca b) Ležište kugle c) Veza kugle i enkodera

- | | | | |
|---|--|---|----------------------------|
| A | Nosač oslonca | 1 | Poliesterska smola |
| B | Inkrementalni obrtni enkoder | 2 | Sferna kapa |
| C | Čaura – nosač enkodera | 3 | Čaura - nosač magneta |
| D | Sferni oslonac sa permanentnim magnetima | 4 | Permanentni magnet |
| E | Elastična (torziona kruta) spojnica | 5 | Torziona kruta spojnica |
| F | Sferni završetak teleskopskog štapa | 6 | Čaura za vezu sa enkoderom |
| S | Permanentni magneti (3 kom) | 7 | Vijak |

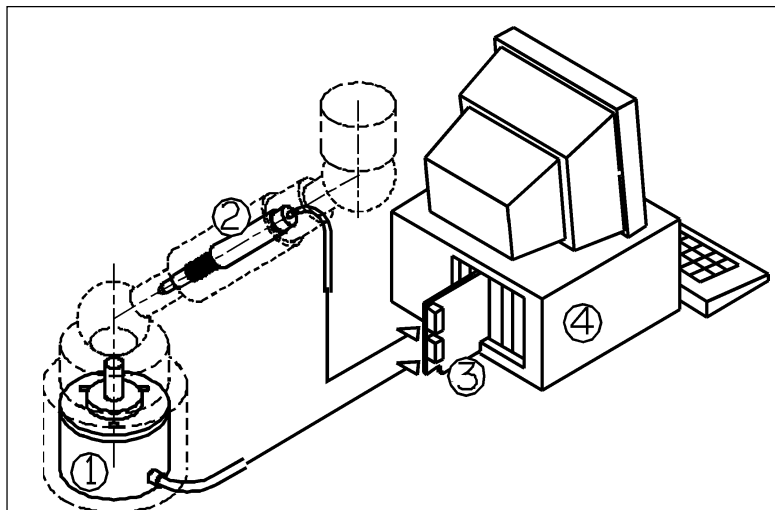
Šuplji cilindrični permanentni magnet je zamenjen sa tri manja magnet, postavljena (veza lepkom za merne trake) radijalno na kuglu, na po 120° , u prsten od nemagnetičnog materijala. Oslanjanje kugle se ostvaruje u tri tačke (kao u izvornom Bryanovom rešenju). Magneti se lepe u ležište, tako da, uz maksimalno odstupanje od sfernog oblika kugle, ostvare zazor sa kuglom od 0.1mm. Probe su rađene sa kuglama prečnika 31.75mm, od kugličnog ležaja. Korišćeni su permanentni magneti $\varnothing 8 \times 5 \text{ mm}$, koji pri opisanoj ugradnji ostvaruju radijalnu silu od 10N, po jednom magnetu.

Veći problem od zadržavanja kugle u ležištu predstavlja prenos obrtnog momenta sa kugle na enkoder. U tu svrhu primenjen je još jedan magnet, istih svojstava kao 3 pomenuta. Sama sila, kojom ovaj magnet privlači kuglu, nije dovoljna i da prenese obrtni moment, jer je njen krak sile trenja, koju ova sila generiše - praktično jednak nuli (dodir u tački ravnog čela magneta i kugle). Zbog toga se na ravno čelo magneta postavlja čelični prsten sa unutrašnjom kalotom. Ovo je i najosetljiviji deo sklopa, u smislu prenosa obrtnog momenta sa kugle na enkoder. Jedan dodatni otežavajući faktor, akoji je teško izbeći, predstavlja vrlo glatka površ kugle (teško je ostvariti značajniji koeficijent trenja sa sfernim prstenom). Drugi faktor, koji se pažljivijim izborom komponenata i na račun neznatnog povećanja gabarita može izbeći, je mali prečnik sfernog prstena (mali krak sile trenja).

Magnet i ovaj prsten su smešteni u čauru od PTFE, koja svojim omotačem naleže, sa malim zazorom, u središnji otvor tela oslonca kugle. Ovo je takođe važan podsklop. Čaura od PTFE koja naleže u brušeni otvor bi trebalo da osiguraju minimalni priraštaj momenta otpora trenja usled neravnomernog naleganja (zakošavanja čaure) u odnosu na statički moment potreban za pokretanje obrtnog dela enkodera (orijentaciono 10^{-3} Nm).

Veza PTFE čaure i rukavca enkodera se ostvaruje elastičnom, torziona krutom spojnicom. Od spojnice se zahteva vrlo mala aksijalna krutost, kako njome kugla ne bi bila potiskivana iz ležišta, a uz pažljivije dimenzionisanje komponenata, potreban je i minimalan aksijalni hod. Potrebni je da spojnica pri radu bude praktično aksijalno neprednapregnuta. Bazne površine na masivnijim delovima čitavog sklopa se obrađuju sa uskim tolerancijama prečnika, centričnosti i paralelnosti. To je pretpostavka za indukovanje manjih momenata savijanja u spojnici i manjeg priraštaja momenta trenja na PTFE čauri, usled promene konfiguracije njenog naleganja.

Neophodne komponente za formiranje zapisa $\Delta R(t)$ i $\varphi(t)$, odnosno polarnog dijagrama $\Delta R(\varphi)$, pri testu kružne interpolacije, pored mehaničkog podsistema, pokazane su na slici 3:



inkrementalni obrtni enkoder (1), linijski inkrementalni enkoder, komparaterskog tipa gradnje (2), brojačko – vremenska kartica (Counter-Timer) (3) i personalni računar (4).

Komponente (1), (2) i (3) su komponente opšte namene, a čija cena, u povoljnijoj varijanti, iznosi oko 700 EUR.

Slika 3
Komponente mernog sistema modifikovanog TDBB uređaja

3. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljena ideja, koja se odnosi na unapređenje dosadašnjih konstrukcija uređaja, koji se koriste u testovima kružne interpolacije na NUMA, zasnovanih na teleskopskom štapu oslonjenog krajevima preko kuglui (TDBB). Uvođenje posistema za akviziciju ugaonog pomeranja štapa bi trebalo da obezbedi dodatnu jednostavnost u rukovanju uređajem, kao i precizniji zapis odstupanja ostvarene kružne putanje. Pokazana je konstrukcija sklopa oslonca, koja dopušta prenos obrtnog kretanja sa štapa na obrtni enkoder, pri proizvoljnom nagibu štapa prema ravni kružne interpolacije.

4. LITERATURA

- [1] Bryan J.B., A Simple Method for Testing Measuring Machines and Machine Tools; Part 1; Principles and Applications, Precision Engineering, Vol 4., No.2, pp.61-69, Butterworth & Co. Publishers, 1982.
- [2] Bryan J.B., A Simple Method for Testing Measuring Machines and Machine Tools; Part 2; Construction Details, Precision Engineering, Vol4., No.3, pp.125-138, Butterworth & Co. Publishers, 1982.
- [3] Weck M., Werkzeugmaschinen – Fertigungssysteme, Band 4: Messtechnische Untersuchung und Beurteilung, VDI Verlag, 1996.
- [4] Kakino Y., Ihara Y., Shimizu K., et.al. , A study on the Motion Accuracy of NC Machine Tools; Improvement of the DBB Test Using Scale Feedback Values, Journal of the Japan Society for Precision Engineering, Vol. 61, No. 3, pp. 430-434, 1995.
- [5] Kataloški materijal firme HEIDENHAIN i RENISHAW

Kokotović B.

IMPROVEMENT OF CIRCULAR INTERPOLATION TESTS OF MACHINE TOOLS USING TDBB

SUMMARY

Circular interpolation tests of CNC machine tools have multiple significance. Besides their use in technical acceptance of the machine, results of such tests, in general case, make possible identification of numerous factors of influence on machine accuracy, for diagnostic purposes and for adjusting of different subsystems of the machine (mechanical or control). In various approaches, tests using device named the Telescopic Double Ball Bar (TDBB) have many advantages, respect to simplicity, flexibility and low cost of required equipment. There are suggested, in this paper, improvement of such devices. This improvement refers to a subsystem for acquisition of actual angular position on circular path. There is presented new design of TDBB subsystem, which allows mounting of rotary incremental encoder, without any restrictions in flexibility of the device.



Кузин В., Ечменица Р., Дашич П.¹⁾

СТАБИЛИЗАЦИЯ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЕРАМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

При проектировании технологических процессов, включающих высокоскоростную обработку, обеспечение надежности этих операций становится весьма актуальным вопросом. В большинстве случаев это финишные операции, выполняемые на форсированных режимах работы всех элементов технологической системы. В этих условиях отмечается высокая вероятность непрогнозируемых выходов режущих инструментов (РИ) из работоспособного состояния, в т.ч. на этапе приработки.

В этой связи разработка системы обеспечения стабильных выходных параметров высокоскоростной обработки резанием за счет выявления физических закономерностей этого процесса и целенаправленного создания керамических инструментов с улучшенными режущими свойствами представляется актуальной научно-технической задачей. Для ее решения использовали следующую рабочую гипотезу: повышение надежности высокоскоростной обработки резанием возможно на основе комплексных мероприятий по стабилизации процесса резания и повышению надежности работы РИ.

Перспективными для высокоскоростной обработки в настоящее время являются РИ из керамических материалов. Однако такие материалы в условиях повышенной динамической нестабильности процесса резания имеют нестабильные эксплуатационные характеристики, не удовлетворяющие «производственников» по надежности [1]. Для выявления влияния динамических нагрузок на интенсивность изнашивания режущего инструмента были проведены исследования при обработке различных конструкционных материалов в широком скоростном диапазоне. Обработываемые материалы были выбраны с учетом физико-механических и теплофизических свойств. В качестве РИ использовали оксидную, нитридную и армированную керамику.

Установлено существенное отличие протекания процесса высокоскоростного резания от традиционной обработки твердосплавным инструментом. Весьма показательным примером в этом отношении является характер стружкообразования. Многократное повышение скорости резания приводит к трансформации сливной стружки в элементную. Анализ параметров зоны стружкообразования на шлифах стружки показал, что с повышением скорости резания изменяется вид текстуры стружки в поперечном сечении, увеличивается пилообразный рельеф на наружной поверхности стружки, что свидетельствует о локализации зоны главных пластических деформаций.

Физическая модель высокоскоростного резания и природа нестабильного характера формирования элементной стружки может быть представлена следующим образом. При внедрении инструмента в заготовку начинается пластическая деформация сжимаемого материала с частичным вытеснением материала за габариты заготовки, при этом максимальный уровень напряжений формируется у вершины инструмента. При высокоскоростном нагружении сдвигающие напряжения локализуются в узкой полосе вдоль передней поверхности резца, в которой происходит интенсивный нагрев с эффектом термического разупрочнения материала при адиабатической пластической деформации. В условиях высокоскоростного резания выделение тепла в этой зоне происходит быстрее, чем его отвод за счет теплопроводности материала [2]. Выделившееся тепло концентрируется в адиабатических полосах сдвига, ширина которых не превышает 1 мкм.

¹⁾ к.т.н. Кузин Валерий Викторович, МГТУ «Станкин», Москва, Россия
Проф. Др Ечменица Ратомир, Технический факультет, Чачак, Югославия
к.т.н. Дашич Предраг, Выша машиностроительная школа, Трстеник, Югославия

Этот процесс происходит до тех пор, пока не начнется разрушение материала по полосам сдвига в направлении наименьшего сопротивления сдвигу. Зона разрушения распространяется от вершины инструмента к наружной поверхности стружки через весь объем материала по полосам сдвига. При этом материал, примыкающий к полосе сдвига, с задержкой по времени начинает отводить тепло из активной зоны, что приводит к уменьшению скорости разрушающей деформации. Об этом свидетельствует увеличение толщины полосы сдвига и изменение ее наклона. Сочетание скорости резания и теплофизических свойств обрабатываемого материала определяет конечную точку зоны разрушения: если она выходит на наружную поверхность, то образуется элементная стружка, в противном случае формируется сливная или суставчатая стружка.

Полученные результаты позволяют объяснить фактор влияния повышенной нестабильности процесса высокоскоростного резания на эксплуатационные характеристики РИ. В зоне стружкообразования в условиях высоких локальных температур и давлений протекают высокочастотные деформационные и структурные превращения обрабатываемого материала. Циклический характер термо-механического нагружения рабочих поверхностей РИ определяет сложное напряженное состояние его режущей части и приводит к интенсификации процессов ползучести и хрупкого развития трещин в инструментальном материале. Повышение эксплуатационных характеристик РИ возможно за счет повышения трещиностойкости и снижения коэффициента термического расширения керамического материала. С этих позиций наиболее подходящим материалом среди исследуемых является нитридная керамика.

В настоящее время из нитридной керамики изготавливают режущие пластины общего назначения. Для целевого использования такого инструмента при высокоскоростной обработке в настоящей работе скорректированы составы и технология изготовления РИ из нитридной керамики с учетом выявленных закономерностей. Также определили оптимальный скоростной режим эксплуатации, обеспечивающий стабилизацию процесса высокоскоростного резания до «безопасного» уровня для РИ нового поколения. Разработанная система позволяет стабилизировать выходные параметры высокоскоростной обработки за счет внедрения следующего комплекса мероприятий: выбор оптимальной марки РИ на этапе проектирования технологического процесса, тщательный контроль при изготовлении и управление работоспособностью при эксплуатации.

На этапе проектирования анализируются технические условия на изготовление заданной детали с использованием высокоскоростной обработки. Здесь возможны два варианта специальных требований: первый – резкое сокращение основного времени на обработку, а второй – необходимость обеспечить уровень точности и качества поверхности исходя из экономической целесообразности полного цикла обработки на многофункциональном обрабатывающем центре. Для первого варианта, а именно, черновой или получистовой обработки, когда РИ эксплуатируется, как правило, до наступления отказа, целесообразно использовать в качестве показателя надежности через среднюю наработку до отказа. При чистовой или прецизионной обработке, когда необходимо гарантировать вероятность безотказной работы РИ из нитридной керамики на уровне не ниже заданного технологическим процессом, в качестве показателя надежности целесообразно выбрать вероятность безотказной работы за заданное время.

На этапе изготовления основное внимание сосредоточили на формировании активной системы контроля свойств РИ из нитридной керамики, которая обеспечила бы достаточный по стабильности уровень выходных параметров высокоскоростной обработки резанием при минимальных затратах времени и средств. В этом случае технологический контроль в ходе изготовления РИ проводили для выявления любых отклонений в наиболее значимых свойствах керамических заготовок и использовали возможность целенаправленного изменения свойств нитридной керамики в зависимости от эксплуатационных задач. Установлено, что главными причиной плохой воспроизводимости результатов технологи является нестабильность состава, свойств и характеристик исходного сырья, случайный характер отдельных технологических операций и вероятностный закон поведения формируемой структуры в точках бифуркации. Особое значение имеют пор и другие дефекты, представляющие собой резкие градиенты микросвойств в объеме сформированного материала. Любые отклонения от оптимальной структуры спеченного материала приводят к повышению пористости и значительным разбросам прочностных характеристик.

С целью снижения степени неравновесности процессов в областях неустойчивости системы использовали горячее изостатическое прессование (ГИП) нитридных заготовок. Оптимизация технологических параметров процесса ГИП (давление, температура и скорость их повышения) обеспечило стабильное получение нитридной керамики плотностью 99,8 % от теоретической. Увеличение продолжительность спекания нитридной керамики на оптимальных режимах повысило

стабильность свойств на 20 %. Компенсационную интенсификацию технологического процесса получения инструментальной керамики осуществляли использованием высокодисперсных порошков со стабильными формой и размерами частиц.

Для минимизации бракованных керамических заготовок в процессе выполнения технологических операций реализовали план технического контроля, в котором использовали новые методики и специально изготовленные средства контроля. Система контроля охватывала все стадии производственного процесса, начиная от входного контроля качества поступающих порошков и заканчивая контролем готовых РИ после операции заточки.

Особое внимание уделяли заточке РИ, которая в конечном итоге определяет качество изготовления инструмента и влияет на его надежность во время эксплуатации. Установлено, что заточка влияет на надежность РИ в той же степени и спекание керамической заготовки. Качество заточки инструмента определяли комплексной характеристикой, включающей шероховатость рабочих поверхности инструмента, наличие на режущей кромке микросколов и дефектных слоев с трещинами. Наивысшие показатели стабильности эксплуатационных характеристик обеспечивает доводка рабочих поверхностей и упрочняющей фаски. Максимальный эффект достигается в случае включения в процесс изготовления нитридокремниевых инструмента операции термообработки, которая позволяет «залечить» дефекты после заточки инструмента. В этом случае операция доводки выполняется после термообработки на «мягких» режимах.

Аттестационный (выходной) контроль осуществляли резанием в лаборатории высокоскоростной обработки путем ускоренных стойкостных испытаний на специально созданном диагностическом стенде. Процедура контрольных испытаний обеспечивает достаточный уровень информации для принятия решения о стабильности свойств РИ в изготовленной партии и для использования в системах диагностирования при эксплуатации. В случае реализации 100 % контроля изготовленного РИ, эту операцию рассматривали в качестве приработки инструмента вне технологического процесса. Практика показала, что такой инструмент в производственных условиях имеет на 20-25 % меньшие разбросы стойкости.

В производственном процессе важно организовать входной контроль свойств обрабатываемых заготовок, постоянный контроль за технологической системой в целом, а также процессом резания и состоянием РИ. Проблема диагностирования высокоскоростной обработки усложняется динамической нестабильностью этого процесса и тем, что принятая физическая модель ориентирована на температурный фактор. Однако этот параметр процесса резания наиболее тяжело поддается измерению, что значительно затрудняет диагностирование.

Поэтому важнейшим этапом является настройка системы диагностирования станка под наиболее информативный диагностический признак состояния РИ на конкретных операциях высокоскоростной обработки. С этой целью используется информация, собранная при аттестационном контроле и математические модели стойкости РИ, полученные в результате лабораторных и производственных исследований. Осуществление этих мероприятий в производственных условиях возможно при условии достаточной квалификации обслуживающего персонала. На этапе эксплуатации продолжали сбор сведений об отказах РИ и анализ их причин, которые затем использовали на этапе изготовления РИ из нитридной керамики с целью дальнейшего повышения надежности процесса высокоскоростной обработки, устранения причин отказов и уточнения исходных данных для расчета надежности.

Таким образом, в настоящей работе установлено, что надежностью процесса ВСО возможно управлять и прогнозировать выходные параметры. Проведенный цикл исследований позволил усовершенствовать технологию изготовления РИ из нитридной керамики и получить материалы со стабильными прочностными характеристиками. Дальнейшее повышение надежности процесса ВСО находится в сфере исследования физики отказов элементов технологической системы, разработки статистических методов управления производительностью и качеством при высокоскоростной обработке и создания соответствующей нормативно-технической документации.

[1] Кузин В. В.: Теоретические основы повышения работоспособности керамических инструментов. Сб. трудов «Научно-практические аспекты автоматизированного машиностроения». М. 1991 г. с. 121-122

[2] Ударные волны и явления высокоскоростной деформации металлов / Под редакцией Мейрса М. А., Мурра Л. Е. : Пер. с англ. М.: Металлургия, 1984. 512с.

- [3] Старков К. В., Кузин В. В., Попов Ф. В., Исходжагов Р. Р.: Повышение эксплуатационных характеристик изделий из керамических материалов методами механической и термической обработки, Обзорная информация ВНИИТЭМР серия МП выпуск 4, Москва, 1989. – 64 с.
- [4] Старков К. В., Кузин В. В.: Инструментальное и технологическое оснащение металлообрабатывающего производства, Обзорная информация ВНИИТЭМР серия 8 выпуск 5, Москва, 1988. – 60 с.
- [5] Nedić B., Kuzin V. V., Ječmenica R., Popov F. V.: Perspektive korišćenja reznih alata od silicijum nitridne keramike sa ciljem povećanja efektivnosti obradnih procesa, časopis Tribologija u industriji, Kragujevac, god. XVII (1995) br. 1, s. 18-27



Dr Mile D. Lovre¹

UTICAJ ZAGREVANJA IGALA BRZOŠIVAĆIH KONFEKCIJSKIH MAŠINA NA KVALITET ŠIVENJA I MOGUĆNOSTI HLAĐENJA IGALA

Rezime

U radu je ukazano na uzroke prekomernog zagrevanja igala brzošivaćih konfekcijskih mašina, uticaj tog zagrevanja na kvalitet procesa šivenja i dat je pregled mogućih načina smanjenja zagrevanja. Posebno je razmotreno termičko stanje igle koje zavisi od niza faktora (karakteristika materijala igle, materijala koji se šije, frekvencije igle, vremena šivenja itd). Dati su dijagrami zavisnosti temperature igle od vremena i brzine šivenja. Nehlađena igla štetno utiče na kvalitet procesa šivenja u smislu da oštećuje materijal koji se šije, konac i smanjuje pouzdanost igle. Predlaže se beskontaktno kontinualno merenje temperature igle kako bi se omogućilo automatsko upravljanje hlađenjem, odnosno intenzitetom struje rashladnog vazduha. Predloženo je ispitivanje mehaničkih, termičkih i šivaćih performansi igle od keramičkih materijala.

Ključne reči: šivaća igla; zagrevanje igle, hlađenje igle.

1. Uvod

Bez obzira na vrstu i kvalitet površinske obrade igle ona se, naročito kod brzošivaćih mašina, prekomerno zagreva pa je potrebno to zagrevanje na neki način smanjiti ili sprečiti. Kod šivenja dužih šavova brzošivaćim mašinama površina igle se zagreje i do 400 C. Ova temperatura nije toliko opasna za iglu izrađenu od kvalitetnih materijala niti za materijale izrađene od prirodnih vlakana (pamuk, svila, vuna) ali za sintetičke materijale tako visoke temperature nisu dopustive, jer se već kod 200 C većina sintetičkih materijala u dodiru sa vrućom uglom topi. Stoga je neophodno obezbediti kontinualno hlađenje igle kako bi se izbegao niz štetnih posledica kako po materijal koji se šije tako i po iglu i šivaći konac.

2. Termičko stanje igle

Zagrevanje šivaće igle (u daljem tekstu – igle) nastaje usled trenja klizanja pri prolazu kroz materijal koji se šije.

Temperatura igle zavisi od:

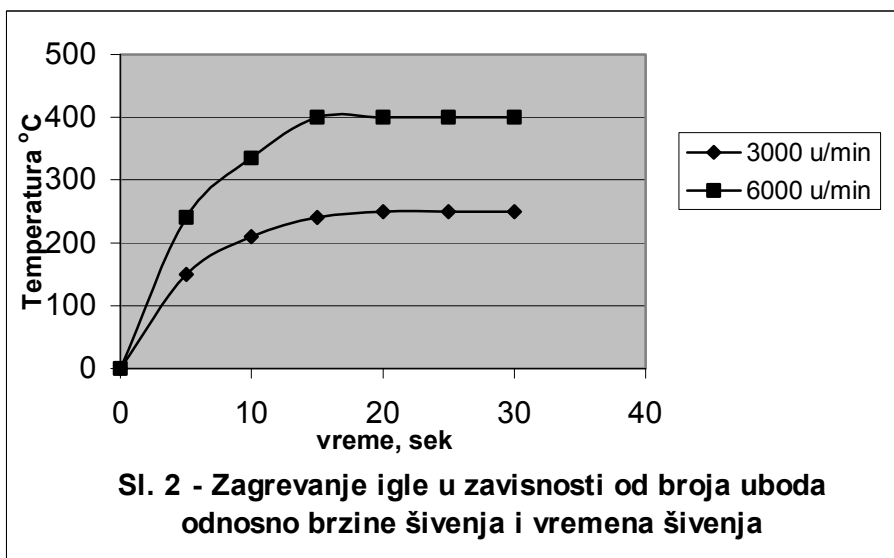
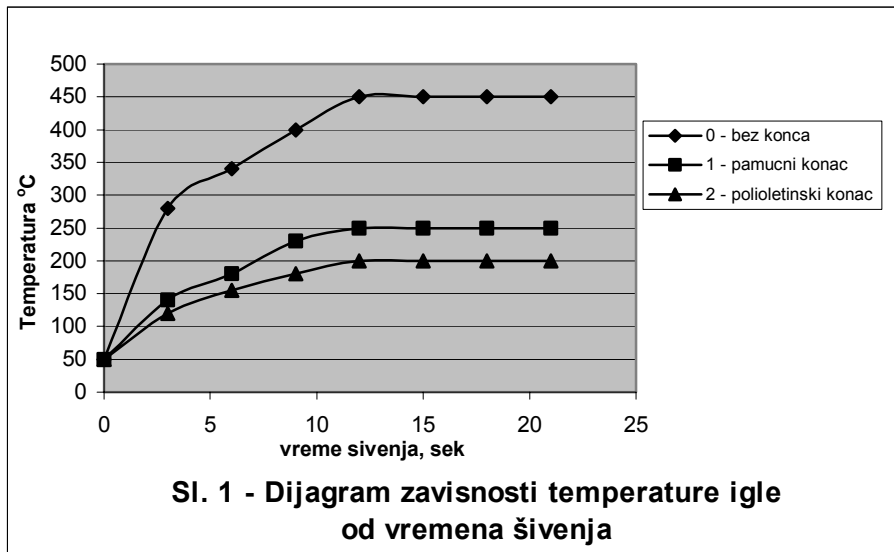
- **Vremena zadržavanja igle u materijalu** (vreme od trenutka uboda igle u gornju površ materijala do trenutka kad vrh igle izađe iz materijala.), Za čitavo to vreme igla se svojim telom tare od materijal i usled toga se zagreva; Zagrevanje igle će biti veće što je veća debljina materijala za šivenje i što je materijal tvrdi.
- **Brzine šivenja – frekvencije uboda igle** (Temperatura poraste do 250 C kod brzina rada do 4000 uboda/min, a kod šivenja s 9000 uboda/min i do 400 C. Ove temperature postižu se za 3,5s odnosno 10 s šivenja. Nakon toga ona ne raste jer se uspostavlja ravnoteža zagrevanja i hlađenja prirodnim putem. Uvećanjem brzine šivenja od 3700 na 4900 uboda za 1 minut povećaće se temperatura igle za 55 C.).
- **Dužine trajanja šivenja** (što proces šivenja traje duže, što su duži šavovi i temperatura igle biće veća).
- **Trenutne temperature na mestu kontakta površina.**
- **Klizne brzine (brzine igle).**
- **Trenja igle i materijala koji se šije.** Ovo trenje zavisi od koeficijenta trenja igle i materijala koji se šije i normalne sile kojom materijal deluje na iglu.
- **Karakteristika materijala igle (tvrdoća, čvrstoća, specifična toplota).**
- **Vrste materijala koji se šije i njegovih karakteristika** (čvrstoća i gustina vlakana, ...).
- **Oblika igle (geometrijskih karakteristika).**

¹/Dr Mile D. Lovre, Viša tehnička škola, 23000 Zrenjanin, 023/540 – 616 E - mail: kvazar@beotel.yu

- **Intenziteta odvođenja toplote sa igle (hlađenja igle).**
- **Vrste konca i prečnika igle** (primenom igle manjeg prečnika dolazi do smanjenja zagrevanja igle.; konac odvodi deo toplote sa igle; pri upotrebi igle bez konca njena temperatura će biti viša nego kad se upotrebi konac.)

Temperatura igle ne raste do ekstremnih vrednosti na kojima se ona deformiše, već se stabilizuje na nekoj vrednosti kao što se vidi iz priloženog dijagrama. Ako se ne hladi, igla može imati temperaturu i oko 400 C. Ispitivanja su pokazala da se najveće zagrevanje igle javlja u predelu ušice igle.

Na sledećim slikama prikazani su dijagrami termičkog stanja igle u zavisnosti od brzine i vremena šivenja.



3. Uticaj termičkog stanja igle na sopstvene performanse, materijal koji se šije i konac za šivenje

Usled povećanja temperature igle (koja nije hlađena) dolazi do promene svojstava svih materijala u kontaktu (igle, materijala koji se šije, konca za šivenje). Termičko stanje igle manifestuje se kao: termičko naprezanje, termičke deformacije i termičke dilatacije.

Veliko zagrevanje igle može izazvati:

- **umanjenje sopstvenih mehaničkih karakteristika** što često rezultira lomom igle; Povećana temperatura smanjuje tvrdoću igle i narušava geometrije oštrice vrha (zatupljuje ga). Takođe, čestice rastopljenog sintetičkog materijala koji se šije lepe se za iglu, povećavaju njenu hrapavost a time i trenje što uzrokuje rast temperature igle. Problem nastaje pri naglom hlađenju tako oblepljene igle jer se rastop sintetičkog materijala brzo stvrdne pa se s takvom iglom ne može više šiti.
- **oštećenje šava odnosno materijala koji se šije**; problemi zagrevanja su posebno izraženi kod šivenja sintetičkih tkanina i tkanina ojačanih sintetičkim vlaknima. Tačka omekšavanja za poliamide je između 170 i 235 C. Kod poliesteru tačka omekšavanja je između 230 i 240 C. Pri šivenju takvih materijala temperatura igle ne sme da pređe 200 C.
- **oštećenje i kidanje šivaćeg konca** a time i zastoj u radu.

Da bi se ostvarila odgovarajuća pouzdanost igle neophodno je: pridržavati se pravila rada sa šivaćom mašinom i kontinuirano hladiti iglu. Zagrevanje igle ubrzava njeno trošenje (habanje). Trošenje igle odvija se u dva smera: radijlanom (smanjenje debljine igle) i aksijalnom (tupljenje igle).

4. Merenje temperature igle

Kontinualno merenje temperature igle služi kao osnova za upravljanje sistemom za automatsko hlađenje igle. U glavi šivaće mašine, na pogodnom mestu, potrebno je ugraditi temperaturni davač, koji električni signal o termičkom stanju prenosi do uređaja za vazdušno hlađenje. Upravljanje hlađenjem omogućava održavanje ujednačene temperature igle u dozvoljenim granicama, zavisno od vrste materijala koji se šije i vrste materijala konca, čime se sprečava njeno preterano zagrevanje, lom i oštećenje materijala koji se šije. Time se sprečavaju zastoji u radu na šivaćoj mašini ili pak na celoj proizvodnoj liniji.

Za praćenje termičkog stanja neophodno je primeniti bezkontaktni davač koji je pričvršćen na nosaču papučice. Bezkontaktno merenje temperature igle zasniva se na merenju energije elektromagnetnog zračenja koje emituje zagrejana igla. Ovakav sistem je pogodan jer ne ometa šivenje i rad mašine. Davač se nalazi u termoizolacionom kolimatoru koji je usmeren prema igli tako da se energija zračenja igle usmerava pomoću kolimatora na senzor.

5. Mogući načini smanjenja zagrevanja igle

Za **smanjenje zagrevanja igle** mogu se primeniti uglavnom dve metode:

- 1) **Smanjenje trenja**, uklanjanjem uzroka koji stvaraju toplotu.
- 2) **Hlađenje igle** tj. odvođenje stvorene toplote.

Načini za odvođenje toplote sa igle su:

- 1) Jedan deo toplote prenosi se na okolni vazduh kad se igla nađe van materijala.
- 2) Jedan deo toplote se prenosi sa igle na igljenjaču a odatle i na ostale delove mašine kao i na materijal koji se šije.
- 3) Deo toplote sa igle odvodi se preko konca za šivenje koji prolazi kroz ušicu igle pa je stalno u kontaktu sa njom. Koncem se odvodi oko 35% toplote. Ovde je uključeno i odvođenje toplote usled mahanja konca odnosno povećanog strujanja vazduha oko tela igle. Hlađenje je intenzivnije ukoliko je konac manje gladak, odnosno ako ima što više stršećih vlaknaca. [3]
- 4) Snižavanje temperature igle možemo postići adekvatnom konstrukcijom oblika igle. Posebna konstrukcija igle podrazumeva : a) ojačavanje donjeg dela igle kod ušice, što omogućuje bušenje veće rupe u materijalu, usled čega se smanjuje trenje s telom igle, a time i zagrevanje; b) odebljavanje mesta na telu igle koji je kod položaja u DMT u materijalu, smanjuje trenje kod izlaska igle iz materijala.
- 5) Dovodjenjem specijalne tečnosti ili maziva na mesto trenja. Za ovu svrhu koriste se razne vrste voskova, ulja ili emulzija koja se dovode koncem direktno na iglu i koja sprečavaju lepljenje čestica rastopljenog sintetičkog materijala. Koriste se i silikonske emulzije.

- 6) Za smanjenje temperature postupkom dovođenja specijalne tečnosti na mesto trenja upotrebljavaju se materije koje lako isparavaju kao što je DIMETILSILIKON.
- 7) Korišćenje tvrdo hromirane igle umesto niklene, jer hrom ima svojstvo da se rastop sintetičkog materijala koji se šije manje lepi na njegovu površinu.
- 8) Dovođenjem komprimovanog vazduha na iglu.

Komprimovani vazduh se dovodi na iglu preko elastične cevčice, neprekidno je hladeći tokom šivenja. Komprimovani vazduh se stvara u malom kompresoru koji je ugrađen na mašini i može da daje vazduh samo kad mašina radi.

Vazduh se može dovoditi i preko šuplje papučice. Jedna vrsta rashlađivača koristi šuplju iglenjaču kao cilindar u kojoj se komprimira vazduh koji struji kroz otvor sve do korena (batića) igle.

Postoji i varijanta hlađenja u kojoj je kroz koren i telo igle napravljen mali kanalić kojim vazduh struji sve do vrha igle i na taj način je hladi.

6. Zaključak

Proučavanje uticaja zagrevanja igle brzošivaćih konfekcijskih mašina na kvalitet šivenja je izuzetno značajno. Za smanjenje zagrevanja igle bira se najpogodniji način, zavisno od potreba i uslova. Prva mera koju treba preduzeti je oblikovanje i dimenzionisanje igle i izbor adekvatnog materijala, koji moraju biti u skladu sa zahtevima procesa šivenja i sa vrstom opterećenja kojem je izložena igla i sa karakteristikama materijala koji se šije. Materijal za izradu šivaće igle mora biti izabran tako da ima maksimalna antifrikciona svojstva i maksimalnu zaštitu od adhezivnih i svih drugih vrsta habanja. Za svaki materijal koji se šije potrebno je odabrati adekvatnu iglu (oblik, materijal, dužina, debljina, ...). Neophodno je istražiti mogućnost korišćenja specijalnih keramičkih materijala za izradu šivaće igle. Keramički materijal visoke tvrdoće može da se nanese kao «krunica» na čeličnu iglu i adekvatno se obradi (oblikuje i polira). Keramička obloga čelične igle bi se imala manje trenje i manje bi se zagrevala.

Literatura

1. Dr Živoslav Adamović, Tehnologija održavanja, Tehnički fakultet «M. Pupin», Zrenjanin, 1996.god.
2. Nenad M. Mihajlović, Mašine i uređaji u odevnoj industriji, VTŠ, Beograd, 1985.god.
3. Dr Gojko Nikolić, Mehanizmi strojeva za proizvodnju odeće, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2000. god.
4. Katalozi, prospekti i publikacije firme YUKI i PFAFF.

Mile D. Lovre, Ph.D.

THE EFFECT OF NEEDLE HEATING OF THE FAST-SEWING GARMENT MACHINES ON THE QUALITY OF SEWING AND THE POSSIBILITIES OF NEEDLE COOLING

Abstract

The paper shows the causes of over-heating of the needles of the fast-sewing garment machines, the effect of this heating on the quality of the process of sewing and also the review of the possible ways of heat decreasing. The thermic state of a needle, which depends on a series of factors, (characteristics of the needle material, sewing material, frequency of needle, sewing period, etc.) is specially examined. The diagrams of the dependence of the needle temperature on the time and speed of sewing are presented. The non-cooled needle has a harming effect on the quality of the process of sewing so it damages the sewing material, the thread and it decreases the reliability of the needle. The contactless continual measuring of the temperature of the needle is suggested to enable the automatic control of cooling, i.e. intensity of the stream of the cooling air. Examining of the mechanic, thermic and sewing performances of the needle made of ceramic materials is suggested.

Key words: sewing needle, needle heating, needle cooling



V. Mandić, M. Stefanović¹

PREVENCIJA DEFEKATA TEČENJA MATERIJALA U PROCESIMA OBRADJE DEFORMISANJEM - FIZIČKO MODELIRANJE I FEM SIMULACIJA

Rezime: Rad ukazuje na mogućnosti i načine otkrivanja i eliminisanja defekata tečenja materijala u procesima zapreminske obrade deformisanjem, primenom tehnike fizičkog modeliranja i numeričke FEM simulacije. Pri modeliranju 2D procesa istiskivanja i kovanja praćen je uticaj geometrije alata, uslova kontaktnog trenja kao i vrste modelnog materijala na nastanak defekata tečenja materijala pri njegovom plastičnom deformisanju.

1. UVOD

Predviđanje tečenja materijala u procesima zapreminske obrade deformisanjem njihovim fizičko-numeričkim modeliranjem omogućuje otkrivanje spoljašnjih, a posebno unutrašnjih defekata u obradcima, nastalih usled nepravilnog tečenja materijala pri njegovom plastičnom deformisanju. Pošto meki modelni materijali veoma dobro ilustruju ponašanje realnih metalnih materijala pri deformisanju /1/, tehnikom fizičkog modeliranja procesa u laboratorijskim uslovima, može se veoma uspešno pratiti uticaj faktora procesa na nastanak i prevenciju defekata. Takođe, istovremenom numeričkom FEM simulacijom istih procesa, kroz više numeričkih eksperimenata u kojima se variraju uslovi izvođenja procesa, može se optimizirati proces sa ciljnom funkcijom eliminisanja defekata /2/. Obe tehnike modeliranja su komplementarne i daju najbolje rezultate pri simultanoj primeni.

Mogući defekti tečenja materijala su brojni, kao i uzroci koji dovode do njihovog nastanka. Arentoft i Wanheim /3/ su klasifikovali defekte u procesima zapreminske obrade u šest grupa (preklopi, defekti smicanja, naprsline, površinski defekti, defekti oblika i strukturni defekti) i utvrdili sledeće uticajne faktore na nastanak defekata: tribološki uslovi, oblik priprema, alat, mašina, uslovi koji se odnose na proces i materijal radnog komada. Na bazi iskustva i brojnih primera fizičko-numeričkog modeliranja procesa obrade preporučena je tzv. matrica defekata, na osnovu koje projektant i istraživač lako može otkriti eventualne uzroke nastanka defekata /3/.

2. FIZIČKO-NUMERIČKO MODELIRANJE

Fizičko modeliranje 2D procesa toplog istiskivanja i kovanja izvedeno je na uređaju za modeliranje, korišćenjem višeslojnih dvobojnih plastelinskih modela, u cilju vizuelizacije tečenja materijala u meridijalnoj ravni polucilindričnog modela. Uređaj u svom centralnom delu ima lako izmenljive radne delove alata za istikivanje, sa različitim geometrijama izlaznog kanala matrice, tako da je moguće pratiti uticaj geometrije alata na sliku tečenja materijala u meridijalnoj ravni. Alat ima transparentne delove, što omogućuje snimanje celog modelnog procesa digitalnom kamerom ili aparatom. Uređaj je povezan sa dodatnom opremom namenjenom akviziciji podataka. Na slici 1 prikazana je eksperimentalna oprema korišćena u fizičkom modeliranju procesa istiskivanja /1/.

Paralelno sa fizičkim modeliranjem procesa izvedena je i njihova numerička simulacija, pri istim uslovima, primenom komercijalnog softverskog paketa CAMPform 2D. Program je namenjen simulaciji 2D procesa metodom konačnih elemenata u PC okruženju. Sastoji se iz modula za proračun, baziranog na termo-kruvo-viskoplastičnom pristupu, i grafičkog korisničkog interfejsa, koji u pre-procesiranju omogućuje veoma lak unos podataka o obradi a u post-procesiranju grafički prikaz rezultata simulacije. Zahvaljujući AMG modulu moguće je potpuno automatizovano generisanje početne FE mreže i kasnije u toku simulacije

¹ Dr Vesna Mandić, dipl.inž, asistent Mašinskog fakulteta u Kragujevcu, e-mail: mandic@knez.uis.kg.ac.yu

Dr Milentije Stefanović, dipl.inž, redovni prof. Mašinskog fakulteta u Kragujevcu, e-mail: stefan@knez.uis.kg.ac.yu

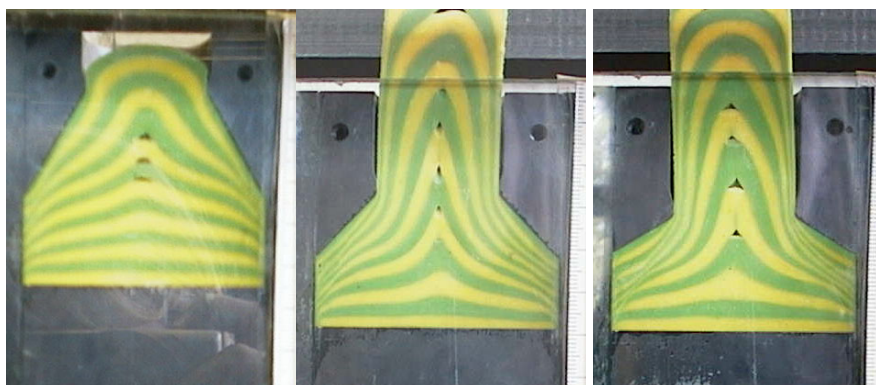
remeshing. Izlazne informacije su, prema izboru korisnika, naponske i deformacione komponente, brzinske komponente, dijagram deformacione sile, distribucija temperature, elastične deformacije i habanje alata itd.



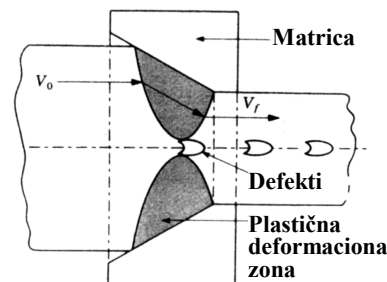
Slika 1 - Eksperimentalna oprema

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U radu je modeliran proces istosmernog istiskivanja kroz konusnu matricu sa izlaznim centralnim uglom od 60° , 90° i 120° , pri podmazivanju talkom, i korišćenjem plastelinskih modela (žuti i zeleni plastelin) i modela od plastelinske mešavine ME10 /1/. Pri određenim kombinacijama uticajnih faktora procesa došlo je do pojave defekata tečenja. Na slici 2 prikazani su plastelinski modeli dobijeni istosmernim istiskivanjem kroz matrice sa različitim uglovima konusa, i u dvema varijantama podmazivanja (I- podmazivanje debljim slojem talka pripremljena i alata, II- podmazivanje tanjim slojem talka samo alata).



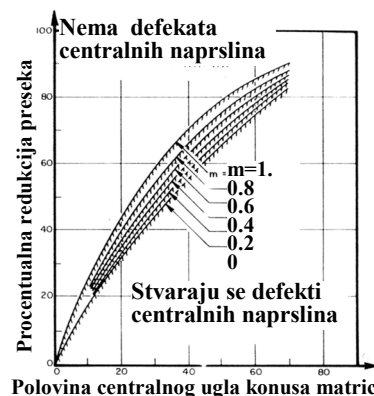
I varijanta podmazivanja



(a) Deformaciona zona



II varijanta podmazivanja

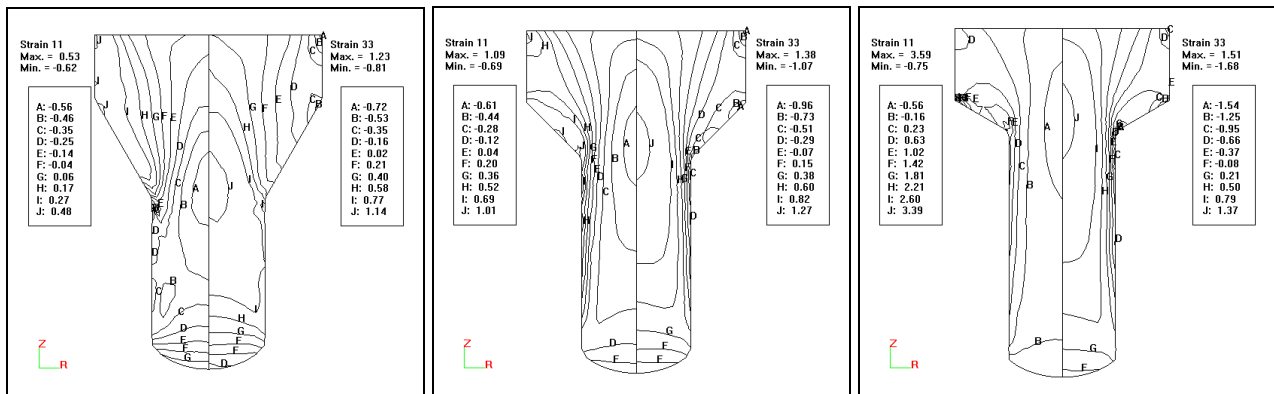


(b) Kriterijum za nastanak defekata /4/

Slika 2-Plastelinski modeli sa i bez defekata centralnih šupljina /1/ Slika 3 - Defekti centralnih šupljina

Pojavu ovih naprslina karakteriše stanje hidrostatičkog zatežućeg napona, tzv. sekundarnih zatežućih napona, na osi simetrije pripremljena, i istisnutog dela. Na njihovu pojavu i veličinu utiče: ugao konusa matrice, stepen istiskivanja R i kontaktno trenje. Slika 3(a) ilustruje pojavu centralnih naprslina, kada se plastične deformacione zone, koje su osenčene, ne preklapaju. Do njihovog preklapanja i eliminisanja

defekata može doći: povećanjem stepena redukcije (procentualne redukcije preseka), smanjenjem centralnog ugla konusa matrice i/ili povećanjem trenja u kontaktu, što je i primenjeno u varijanti II podmazivanja, čime su eliminisani defekti. Na slici 3(b) dati su kriterijumi za nastanak ovih defekata, koje je predložio Avitur.

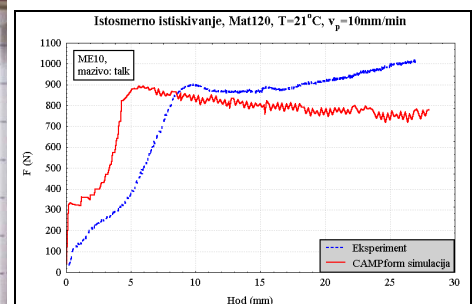
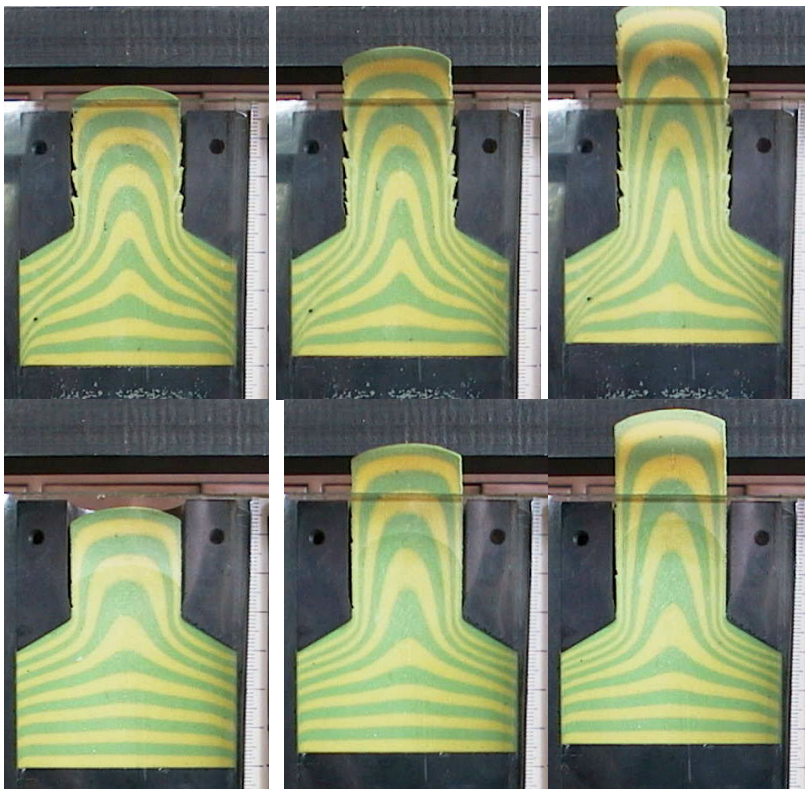


Slika 4 - CAMPform simulacija - deformaciona polja modela u procesu istosmernog istiskivanja

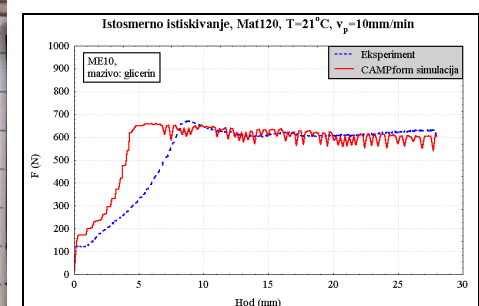
Numerička CAMPform simulacija procesa istiskivanja je pokazala da na veličinu plastične zone u materijalu koji ističe kroz konusni deo matrice, kao i nastanak i veličinu mrtve zone značajan uticaj ima geometrija alata, tj. ugao izlaznog konusa. Sa povećanjem tog ugla rastu aksijalni zatežući naponi na osi simetrije pripremk, veličina mrtve zone u konusnom delu, a time i stepen nehomogenosti deformisanja.

Pri promeni modelnog materijala (plastelinska mešavina ME10) /1/, koji ima veću vrednost koeficijenta deformacionog ojačanja n od baznog plastelina, došlo je do pojave defekata radijalnih naprslina na istisnutom delu (*fishskin defects*), pri podmazivanju talkom ($m=0.9$). U slučajevima kada jezgro pripremk ima znatno veću brzinu istiscanja od spoljašnjih slojeva, tzv.kore pripremk, čije je istiscanje ometano kontaktnim trenjem, kora počinje da puca i stvaraju se površinske naprsline. Defekti su eliminisani korišćenjem glicerina kao maziva ($m=0.25$), čime je umanjeno uticaj kontaktnog trenja na izlaznom radijusu matrice (v.sl.5). Na slikama 6 i 7 prikazani su uporedni dijagrami eksperimentalno određene i numerički procenjene deformacione sile za oba slučaja podmazivanja. Očigledan je direktan uticaj kontaktnog trenja na iznos deformacione sile procesa.

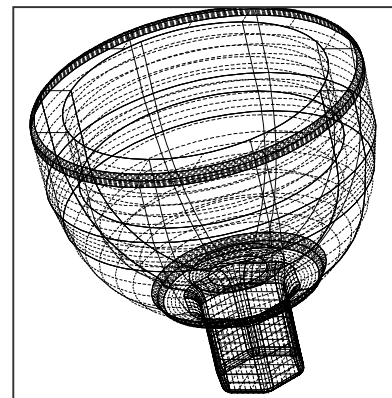
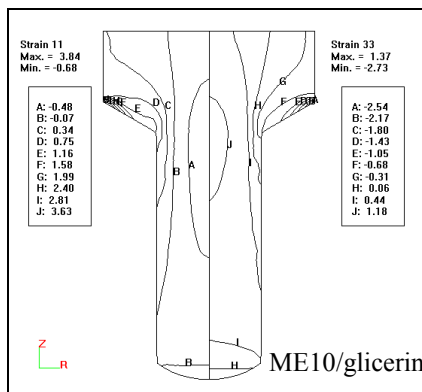
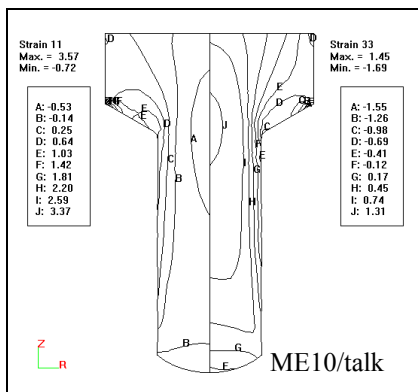
Numeričkom CAMPform simulacijom dobijene su distribucije radijalnog i aksijalnog napona za oba modela podmazivanja, pokazane na slici 8. Sa smanjenjem uticaja kontaktnog trenja smanjuju se zatežući aksijalni naponi u materijalu, u blizini izlaznog radijusa matrice, i eliminisanišu defekti radijalnih naprslina.



Slika 6-Deformaciona sila, ME10/talk



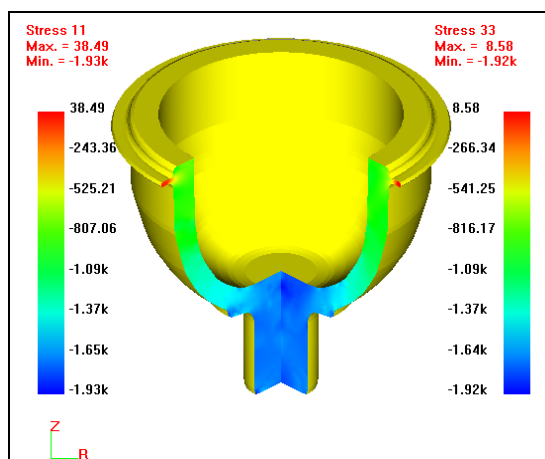
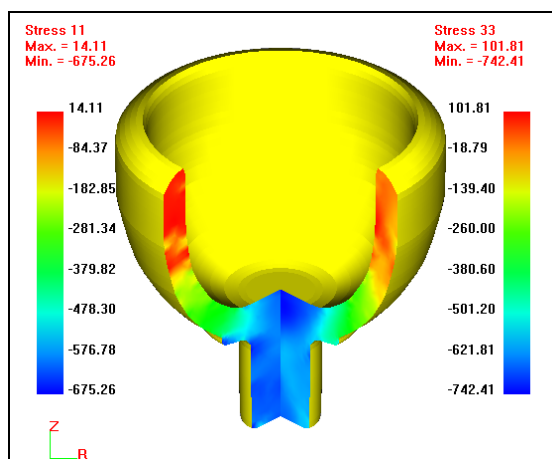
Slika 5 - Fizički modeli: ME10/talk (gore) i ME10/glicerin (dole) Slika 7-Deformaciona sila, ME10/glic.



Slika 8 - Distribucija aksijalne i radijalne deformacije (CAMPform)

Slika 9 - Crtež otkovka

U fazi osvajanja novog proizvoda i projektovanja alata za kovanje otkovka prikazanog na slici 9, prvobitno projektno rešenje tehnologije izrade je predstavljalo kovanje u tri operacije: pripremno sabijanje, prethodno kovanje i završno kovanje sa vencem. Alati su projektovani na bazi iskustva projekatanta, ali je u toku probne proizvodnje došlo do loma donjeg dela alata za prethodno kovanje. Numeričkom simulacijom je trebalo utvrditi razloge takvog loma i pružiti informacije projektantima za moguće izmene projektog rešenja, da bi se sprečio lom alata i produžio njegov vek. Materijal otkovka je čelik za rad na niskim temperaturama ČRN460. Rezultati CAMPform simulacije su pokazali da je geometrija alata za prethodno kovanje takva da dovodi do nepravilnog tečenja materijala i stvaranja defekata, tj. mrtve zone materijala u donjem delu otkovka. Distribucije radijalnog i aksijalnog napona na slikama 10 i 11 pokazuju da za svega nekoliko numeričkih koraka (u praksi to je par milimetara hoda pritiskivača), pri kraju operacije prethodnog kovanja, dolazi do naglog skoka radijalnog i aksijalnog pritiskujućeg napona u donjem delu otkovka, što dovodi do loma donjeg dela alata. Ovakvi rezultati su bili dovoljni pokazatelji da je potrebno izvršiti promene projektog rešenja alata i tehnologije.



Slika 10 - Naponska polja, CAMPform step 146

Slika 10 - Naponska polja, CAMPform step 150

4. LITERATURA

- /1/ Mandić V., *Fizičko modeliranje i numerička simulacija kao osnova novog koncepta projektovanja alata za toplu zapreminsku obradu*, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2002.
- /2/ M.Arentoft, P.Henningsen, N.Bay, T.Wanheim, *Simulation of Defects in Metal Forming - An Example*, Jour. of Mater. Proc. Tech, 45 (1994), pp. 527-532.
- /3/ M.Arentoft, T.Wanheim, *The basis for a design support system to prevent defects in forging*, Jour. of Mater. Proc. Tech, 69 (1997), pp. 227-232.
- /4/ B.Avitur, *Handbook of Metal Forming Processes*, John Wiley & Sons Inc, New York 1983.

PREVENTING DEFECTS OF MATERIAL FLOW IN THE FORMING PROCESSES - PHYSICAL MODELLING AND FEM SIMULATION

Summary: The paper points out the possibilities and methods for detection and elimination of material flow defects in bulk forming processes by the application of physical modelling and numerical FEM simulation techniques. At modelling of 2D processes of discharging and forging, the influence of tool geometry, contact friction conditions and modelling material type onto the appearance of material flow defects at its plastic forming was followed.



А.С.Мановицкий, В.Н.Бакуля, Л.Танович, Р. Пузович¹

ОБРАБОТКА ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ И ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ РЕЗЦАМИ, ОСНАЩЕННЫМИ КНБ

Механическая обработка конструкционных деталей машиностроения, изготавливаемых из хромистых сталей и подвергаемых химико-термической обработке с целью получения твердого износостойкого поверхностного слоя с преимущественно мартенситной структурой является, как правило, окончательной. Следовательно, геометрические и физико-механические характеристики поверхностного слоя, сформированные в деталях на операциях финишной механической обработки, являются конечными и определяющим образом влияют на эксплуатационные характеристики обработанных деталей.

Интенсивно изнашиваемые в процессе эксплуатации детали металлургического оборудования и железнодорожного подвижного состава нуждаются в ремонте и восстановлении. К таким деталям в первую очередь следует отнести:

- в металлургии - прокатные валки горячей и холодной прокатки, ролики, валы и втулки рольгангов прокатных станов, конуса и чаши бункеров загрузочных аппаратов, а также клапанов и седел клапанов безбункерных загрузочных устройств доменных печей.

- в железнодорожном подвижном составе - боковины колес, оси, надрессорные балки и клиновые фрикционы колесных пар, буксы и сцепки вагонов.

Клапаны загрузочных аппаратов доменных печей, уплотнительные кольца и седла, в основном подвержены газоабразивному износу, а клиновые фрикционы, надрессорные тележки колесных пар, реборды колес, буксы и сцепки изнашиваются вследствие трения скольжения. Шейки валков, находящиеся в контакте с бронзовыми вкладышами подшипников скольжения, а также валы и втулки рольгангов изнашиваются вследствие трения скольжения. При посадках валков на подшипники качения в контакте «внутреннее кольцо подшипника–шейка валка», сформированном благодаря натягу прессовых посадок, вследствие знакопеременных циклических нагрузок и вибрации возникают условия, приводящие к перенаклепу, охрупчиванию контактных поверхностей и возникновению фреттинг-коррозии. Наиболее изнашиваемыми поверхностями металлургических прокатных валков являются шейки и бочки валков. В поверхностном слое бочки валка формируются осевые и радиальные трещины, в дальнейшем приводящие к выкрашиваниям и вырывам, образующимся на рабочей поверхности. Износ бочки валка может быть абразивным, иметь усталостный характер, и быть смешанным.

Смещение внутреннего кольца подшипника по окружности шейки оси вследствие нарушения прессовой посадки, вызванного также наличием фреттинг-иноса вследствие вибраций и знакопеременных нагрузок в процессе эксплуатации, является довольно распространенным отказом и выходом из строя железнодорожных колесных пар.

Поскольку химико-термическая обработка с целью упрочнения деталей приводит к изменениям структуры, вызванным необходимостью повысить твердость поверхностного слоя, детали после термообработки изменяют свои геометрические размеры. Таким образом, для обеспечения требуемой конструктивной точности и шероховатости поверхности детали необходимо применение окончательной механической обработки.

Традиционно в машиностроении на операциях финишной обработки деталей из закаленных сталей и износостойких покрытий применяется шлифование абразивными кругами с применением смазочно-охлаждающих жидкостей. Однако, обработка шлифованием наряду с преимуществами по обеспечению требуемой точности формы детали имеет и свои недостатки. В частности, при

А.С. Мановицкий, канд. техн. наук, ст. научн. сотрудник. Институт сверхтвердых материалов им. В.Н.Бакуля НАНУ, Автозаводская, Киев, Украины, проф. др Л.Танович, др Р. Пузович, Машински факултет, у Беогаду, 27. марта 80.

недостаточном отводе тепла из зоны шлифования наблюдаются так называемые локальные «прижоги» обработанной поверхности, в области которых происходят структурно-фазовые превращения, приводящие к образованию вторичного аустенита отпуска из полученного в результате химико-термической обработки заготовки мелкодисперсного мартенсита поверхностного слоя. Поскольку плотность аустенита меньше плотности мартенсита, то в случае такого фазового превращения имеет место увеличение локальных объемов таких зон и в поверхностном слое обработанной шлифованием детали возникают остаточные напряжения растяжения, которые могут стать концентраторами напряжений и приводят к образованию микротрещин, снижению износостойкости и усталостной прочности детали.

Другим существенным недостатком процесса шлифования является шаржирование поверхности детали абразивом шлифовального круга - внедрение абразивных зерен и их осколков в обработанную поверхность в результате контактного взаимодействия инструмента и заготовки в процессе шлифования. Шаржированная абразивом поверхность при эксплуатации детали взаимодействует с контактирующей контр парой. При этом частицы абразива внедряются в поверхность сопряженной детали и образуют дефекты в ее поверхности. При небольших относительных смещениях такие локальные зоны контакта являются концентраторами фреттинг-коррозии и при развитии фреттинг-износа абразивные частицы и зерна осуществляют царапание и микро резание контактирующих поверхностей, приводя такое соединение в негодность. В случаях больших относительных смещений, при скольжении трущихся пар внедренные абразивные частицы шаржированных поверхностей производят царапание контр-поверхностей, что вызывает их значительный износ и преждевременный выход узла из строя. Большинство крупногабаритных деталей железнодорожного транспорта и металлургического оборудования по регламенту подвергаются восстановительным ремонтам. К тому же, изготовление новых деталей и замена ими изношенных является достаточно дорогостоящей процедурой.

В производственной практике восстановление изношенных поверхностей указанных деталей, как правило, производится методами электродуговой наплавки порошковыми проволоками или лентами с последующей механической обработкой. Обычно для нанесения восстановительного слоя применяются труднообрабатываемые порошковые проволоки ПП АН 101, ПП АН 111, ПП-Нп-10Х14Т, Нп-30ХГСА, Нп-35В9Х3СФ, ПП-Нп-25Х5ФМС и другие.

Цементируемые стали, к которым относится и сталь 12ХН3А, после цементации и закалки имеют твердость 60-64 ХРЦ и отличаются плохой шлифуемостью и склонны к появлению прижогов, трещин и значительной глубины дефектного слоя даже при оптимальных режимах шлифования. Это обстоятельство объясняется наличием значительного количества карбидов легированных элементов в поверхностном слое. При этом твердость образованных карбидов цементированной поверхности соизмерима с твердостью абразивных зерен шлифовального круга. В этих случаях рекомендуется применять алмазное шлифование и абразивную обработку кругами из кубического нитрида бора [1]. Однако, и в этих случаях производительность финишной лезвийной обработки и качество поверхностного слоя все же превосходит аналогичные показатели при шлифовании стали 12ХН3А.

Применение поликристаллов кубического нитрида бора (ПКНБ) в качестве инструментального материала для резцов и фрез позволило конструировать режущие инструменты, оснащенные ПКНБ и успешно применять их на операциях финишной обработки деталей из закаленных сталей и высокопрочных чугунов взамен шлифовального инструмента.

Известно, что при точении с увеличением твердости стали преимущество резцов из ПКНБ по сравнению с твердосплавными и металлокерамическими проявляется более существенно. Износостойкость таких резцов в 5-20 раз выше, чем износостойкость резцов из твердых сплавов и минералокерамики при точении закаленных сталей.

Геометрические параметры режущей части проходных резцов должны с одной стороны обеспечивать достаточную прочность режущей части при взаимодействии с обрабатываемыми закаленными сталями высокой твердости, а с другой стороны – способствовать осуществлению процесса резания с высокой производительностью и заданными параметрами качества поверхностного слоя. Рекомендуемые [2] значения геометрических параметров режущей части резцов из ПКНБ при точении закаленных сталей, высокопрочных и легированных чугунов приведены в таблице 1.

Геометрические параметры режущей части резцов из ПКНБ, град.

Табл.1

Тип резца	Передний угол γ	Задний угол α	Главный угол в плане ϕ	Вспомогательный угол в плане ϕ_1	Угол наклона режущей кромки λ	Радиус при вершине резца, r , мм
Прямой проходной	-5...-15	10-20	30-60	5-15	0-10	0,4- 1,0
Подрезной	-5...-10	9-15	50-90	0-50	0-10	0,2-1,0
Расточной	0...-9	15-20	10-90	10-30	0-10	0,1-0,6
Координатно-расточной	0...-5	12	45-90	0-15	0	0,1-0,4
Резьбовой	0...-2	8-15	60	60	0	0,1-0,4

Вместо радиуса при вершине r можно применять зачистную фаску длиной 0,2-0,6 мм и задним углом 0-15°. Слишком острую режущую кромку рекомендуется притупить алмазным надфилем до значений радиуса округления режущей кромки $r = 20-40$ мкм для предотвращения возможных сколов. При фрезеровании или прерывистом точении с ударом режущую кромку и вершину резца укрепляют фаской на передней поверхности шириной 0,1-0,3 мм и дополнительным передним углом 20°. Реже применяется аналогичная упрочняющая фаска со стороны задней поверхности с задним углом $\alpha = 0^\circ$.

С увеличением твердости обрабатываемого материала, глубины резания и подачи силы резания инструментами из ПКНБ возрастают. С повышением скорости резания составляющие силы резания снижаются. На увеличение радиальной составляющей силы резания P_y наиболее существенное влияние оказывает износ резцов из ПКНБ по задней поверхности.

Контактное взаимодействие режущего инструмента и обрабатываемой поверхностью детали из закаленной стали происходит по главной и вспомогательной задним режущим кромкам. В процессе взаимодействия имеют место силовые и температурные процессы, интенсифицирующие механический и физико-химический износ инструмента. Химические реакции, диффузионное и адгезионное взаимодействие между химическими элементами и соединениями контактирующих закаленных сталей и ПКНБ особенно интенсивно происходит при температурах резания около 900°C. При высоких температурах происходит обратное фазовое превращение кубического нитрида бора в гексагональный, причем наиболее интенсивно процесс превращения протекает на границах зерен, вызывая разрушение поликристалла. Кроме того, гексагональный нитрид бора имеет значительно больший фазовый объем, что вызывает при обратных фазовых превращениях значительные внутренние напряжения, приводящие к деформациям поликристаллов в зоне их перегрева.

Износ инструментов из ПКНБ происходит главным образом по задним поверхностям режущей части. Критерием затупления инструмента из ПКНБ принято считать высоту площадки износа по задней поверхности $x_z = 0,3-0,6$ мм [2] в зависимости от требований, предъявляемых к состоянию обработанной поверхности. Окончательным видом износа инструмента при точении закаленных сталей можно считать абразивно-механический, о чем свидетельствуют лунки выкрашивания и бороздки износа, вызванные царапанием как твердыми карбидно-нитридными составляющими обрабатываемого материала, так и вырванными зернами самого поликристалла.

В наибольшей степени на стойкость резцов из ПКНБ влияет скорость резания, в меньшей степени – подача и глубина резания. При заданных значениях подачи инструмента $S = 0,05 - 0,2$ мм/об и глубинах резания $t = 0,1 - 0,2$ мм рекомендуемые значения скорости резания при точении конструкционных и легированных закаленных сталей рекомендуется назначать в диапазоне $V = 0,7 - 2,0$ м/с. Химический состав закаленных сталей влияет на стойкость резцов из ПКНБ, смещая максимумы стойкости инструмента в сторону меньших значений скоростей резания с увеличением процентного содержания легирующих элементов, и прежде всего, хрома и никеля.

За последние годы в Институте сверхтвердых материалов им В.Н.Бакуля Национальной академии наук Украины. Разработана и выпускается целая гамма круглых и многогранных пластин различных форм и типоразмеров в соответствии с системой стандартов ИСО из ПКНБ под названием КИБОРИТ. Наиболее широкое применение получили пластины круглой формы РНМН. Преимуществами инструмента, оснащенного пластинами такой формы, является более высокий период суммарной стойкости за счет возможности многократной переустановки пластин в державке резца, а также достаточно невысокая шероховатость обработанной поверхности при высоких подачах инструмента на оборот детали благодаря достаточно большому радиусу при вершине резца, равному

половине диаметра пластины. Это обстоятельство позволяет существенно повысить производительность обработки, не снижая качества обработанной поверхности детали.

Состояние обработанной поверхности детали из закаленной стали в значительной мере определяется условиями контактного взаимодействия режущего инструмента с деталью. Напряженно-деформированное состояние поверхностного слоя, сформированное в результате термобарических процессов, происходящих в зоне резания, упрочнение поверхности и полученные в результате обработки параметры шероховатости характеризуют качество обработанной поверхности. Проведенные ранее исследования [1] показали, что основное влияние на наклеп поверхностного слоя и величину остаточных сжимающих напряжений оказывают подача, глубина резания, радиус при вершине резца и радиус округления режущей кромки. С уменьшением величины отрицательного значения переднего угла и возрастанием скорости резания поверхностная микротвердость и глубина наклепанного слоя уменьшаются.

Силовой фактор процесса резания оказывает приоритетное влияние на формирование наклепанного поверхностного слоя. С увеличением глубины резания происходит возрастание температуры в зоне резания. Влияние температуры на остаточные напряжения и наклепанный слой проявляется так же, как и при возрастании скорости резания, увеличение которой прямо ведет к повышению термического воздействия на обработанную поверхность. Вместе с тем увеличение глубины резания резцами из ПКНБ приводит к более глубокому уровню наведения остаточных напряжений в поверхностном слое, максимальное значение которых находится на глубине 120-150 мкм от поверхности детали. В гетерогенных структурах легированных закаленных сталей фронт теплового поля распространяется в основном по фазам с высокой теплопроводностью, а фазы с пониженной теплопроводностью служат термическими сопротивлениями [3] и представляют собой концентраторы термических напряжений.

Режимы резания и параметры состояния поверхностного слоя обрабатываемой детали зависят как от постоянных, так и от случайных составляющих технологических факторов. Если скорость резания и подача задаются кинематикой станка, геометрические параметры режущей части также являются величинами постоянными, то глубина резания состоит из двух составляющих: переменной части – в пределах неровностей дефектного слоя – и постоянной – ниже впадин исходных микронеровностей заготовки.

Шероховатость обработанной поверхности закаленных сталей при точении резцами из ПКНБ зависит, в основном, от следующих технологических факторов, перечисленных в порядке убывания степени их влияния на параметры микропрофиля: подача, радиус при вершине резца, передний угол резца. Последний в основном влияет на формирование продольной шероховатости обработанной поверхности. Влияние исходной шероховатости также значимо, однако не является определяющим фактором. С возрастанием радиуса округления режущей кромки после завершения периода приработочного износа инструмента. Шероховатость уменьшается и стабилизируется, причем наблюдается уменьшение углов наклона профиля и увеличение радиусов выступов микронеровностей. Это объясняется возрастанием доли пластических деформаций в процессе формирования поверхностного слоя скругленной режущей кромкой и установившейся площадкой износа. При таких условиях обработки инструмент помимо снятия стружки выполняет функции выглаживателя, снижая шероховатость обработанной поверхности.

Экспериментальные исследования процесса точения закаленной стали 13ХН3А твердостью 58-63ХРЦ резцами из киборита с механическим закреплением неперетачиваемых сменных пластин **РНМН 0703 Т ИСО 1832-70** позволили определить оптимальные геометрические параметры режущей части: передний угол $\gamma = -10^\circ$, задний угол $\alpha = 10^\circ$, угол наклона режущей кромки $\lambda = 10^\circ$. Максимальная стойкость инструмента наблюдалась при скорости резания, $V = 1,1$ м/с. При точении посадочных шеек под неподвижные кольца подшипников качения вала-шестерни из закаленной стали 13ХН3А с глубиной резания $t = 0,15-0,2$ мм для обеспечения шероховатости обработанной поверхности в пределах $R_a = 0,63 - 0,32$ мкм, значения которой близки к равновесной шероховатости пар трения в условиях установившегося износа и рекомендуемой для максимальной фреттингостойкости [4], подача инструмента задавалась в пределах $S = 0,05-0,1$ мм/об. Твердость наплавленных порошковых материалов составляет 58...63 ХРС, а на поверхности наплавленного слоя вследствие взаимодействия флюсов с металлами основы и проволоки образуется твердая корка шлаков, представляющих собой смесь карбидов, оксидов, боридов и нитридов металлов. Механическая обработка резанием наплавленных деталей по указанным выше причинам имеет определенные трудности. Определенные сложности при точении и фрезеровании восстановленных наплавками изношенных поверхностей возникают по причине неоднородности и разновысотности

наплавленного слоя, что превращает процесс точения в прерывистое резание, при котором возникают многоимпульсные ударные нагрузки на режущие кромки инструментов.

При точении по корке наплавки НП-30ХГСА твердостью 30-35 ХРС твердые сплавы вольфрамкобальтовой группы уступают по стойкости резцам, оснащенным пластинами ТТ7К12 и Т15К6. Пластины безвольфрамовых твердых сплавов ТН20 и КНТ16 несколько уступают по стойкости твердым сплавам группы ТТК и ТК. Чистовую обработку наплавленных деталей, наплавленных самозащитной проволокой ПП-Нп-10Х14Т твердостью 46-52 ХРС следует осуществлять резцами, оснащенными поликристаллами кубического нитрида бора, такими, как киборит, томал-10 (ниборит), композит 10 (гексанит-Р), которые по стойкости в 2-3 раза превосходят резцы, оснащенные пластинами твердых сплавов [5].

Применение процессов тонкого точения закаленных сталей и износостойких покрытий на операциях окончательной обработки позволяет заменить метод абразивного и алмазного шлифования, повысить производительность обработки и обеспечить требуемое качество обработанной поверхности.

Большинство крупногабаритных деталей железнодорожного транспорта и металлургического оборудования по регламенту подвергаются восстановительным ремонтам. К тому же, изготовление новых деталей и замена ими изношенных является достаточно дорогостоящей процедурой.

В производственной практике восстановление изношенных поверхностей указанных деталей, как правило, производится методами электродуговой наплавки порошковыми проволоками или лентами с последующей механической обработкой. Обычно для нанесения восстановительного слоя применяются труднообрабатываемые порошковые проволоки ПП АН 101, ПП АН 111, ПП-Нп-10Х14Т, НП-30ХГСА, Нп-35В9Х3СФ, ПП-Нп-25Х5ФМС и другие.

Твердость наплавленных порошковых материалов составляет 58-63 ХРС а на поверхности наплавленного слоя вследствие взаимодействия флюсов с металлами основы и проволоки образуется твердая корка шлаков, представляющих собой смесь карбидов, оксидов, боридов и нитридов металлов. Механическая обработка резанием наплавленных деталей по указанным выше причинам имеет определенные трудности. Определенные сложности при точении и фрезеровании восстановленных наплавками изношенных поверхностей возникают по причине неоднородности и разновысотности наплавленного слоя, что превращает процесс точения в прерывистое резание, при котором возникают многоимпульсные ударные нагрузки на режущие кромки инструментов. л

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин/ Э.В.Рыжов, А.Г.Суслов, В.П.Федоров. - М.: Машиностроение, 1979. - 176с.
2. Лезвийный инструмент из сверхтвердых материалов: Справочник/ Н.П.Винников, А.И.Грабченко, Э.И.Гриценко и др.; Под общ. Ред. Акад. АН УССР Н.В.Новикова. – К.: Техника, 1988. – 118 с.
3. Клименко С.А., Мельничук Ю.А. Фрактальный подход к обработке резанием материалов и изделий.// Сучасни процеси механічної обробки інструментами з НТМ та якість поверхні деталей машин: Зб. наук. праць (серія «Г») / НАН України. ИНМ им. В.М.Бакуля. - Киев, 2001. – С. 22-32.
4. Фреттинг-коррозия металлов. Голего Н.Л., Алябьев А.Я., Шевеля В.В. – Киев: Техника. – 1974. – 272 с.
5. В.В. Коломиец, Р.В. Ридный, И.М. Лукьянов, С.А.Клименко. Повышение обрабатываемости наплавленных материалов инструментами из ПСТМ на основе нитрида бора. / Инструментальный свит. Научно-технический рекламно-информационный журнал . № 10-11, 2001р. С 52-54.

ОБРАДА КАЉЕНИХ ЧЕЛИКА И ПРЕВЛАКА ПОСТОЈАНИХ НА ХАБАЊЕ АЛАТИМА ОД СВН

У раду је анализиран процес брушења челика тврдоге 58-64 HRC и феномени који се при томе успостављају. Упоредно су приказани резултати процеса обраде стругањем ових материјала алатима на бази тврдог метала и полукристалалног кубног борнитрида (СbVN). Посебна пажња је посвеена хабању резних алата и оствареним квалитетима хрпавости обрђене површине обрадка. Резни алати су развијени и произведени у Институту супертвердих материјала у Киеву.



M.Mitrić¹

TWIST-OFF KRUNSKI ZATVARAČI

Rezime

Krunski zatvarači se koriste za zatvaranje boca: piva, sokova, alkohola, kao i nekih tehničkih pakovanja. Od davne 1892. godine, kada je patentiran, pa do današnjih dana krunski zatvarač je manje-više zadržao originalni izgled, oblik i dimenzije. Otvara se posebnim ključem. Stalni naponi konstruktora da modernizuju proizvod i olakšaju otvaranje zatvarača urodili su plodom. Osmišljen je tzv. Twist-off krunski zatvarač koji se jednostavno zatvara na mašinama za zatvaranje kao i standardni krunski zatvarač a jednostavno se otvara rukom odvijanjem. Počela je i skromna primena Twist-off krunskog zatvarača kod jedne pivare i jednog proizvođača mineralne vode

Proizvodnja Twist-off krunskih zatvarača

Twist-off krunski zatvarači izrađuju se iz tankih niskougleničnih čeličnih limova presvučenih kalajem (beli limovi) ili hromom (TFS-limovi), lakiranih odgovarajućim lakovima za zaštitu od korozije te adheziju štampe i odgovarajućeg uloška za zaptivanje. Proizvode se na mašinama na kojima se proizvode i standardni krunski zatvarači. Isto tako u primeni TO koriste se iste mašine i alati za zatvaranje s tim što su grla boca različita. Naime, grlo boce za Twist-off krunski zatvarač izrađeno je sa navojima čiji se početci ne poklapaju. Kod zatvaranja Twist-off krunskih zatvarača dolazi do formiranja navoja na istim a prema navoju grla boce.

Oblik i dimenzije

Krunski zatvarači se izrađuju u standardnim veličinama kako je to predstavljeno na sl.1. Mere date na sl.1. su po novim standardima. Kod nas su još uglavnom u primeni krunski zatvarači sa merama po starim standardima. Razlog za to leži u postojećoj zastareloj opremi kod proizvođača zatvarača kao i kod korisnika istih, kao i upotrebi boca sa merama grla namenjenih ovoj vrsti zatvarača. Razlike u merama krunskih zatvarača po starom standardu su na unutrašnjem prečniku, radijusima i visini. Za stare zatvarače ove vrednosti su:

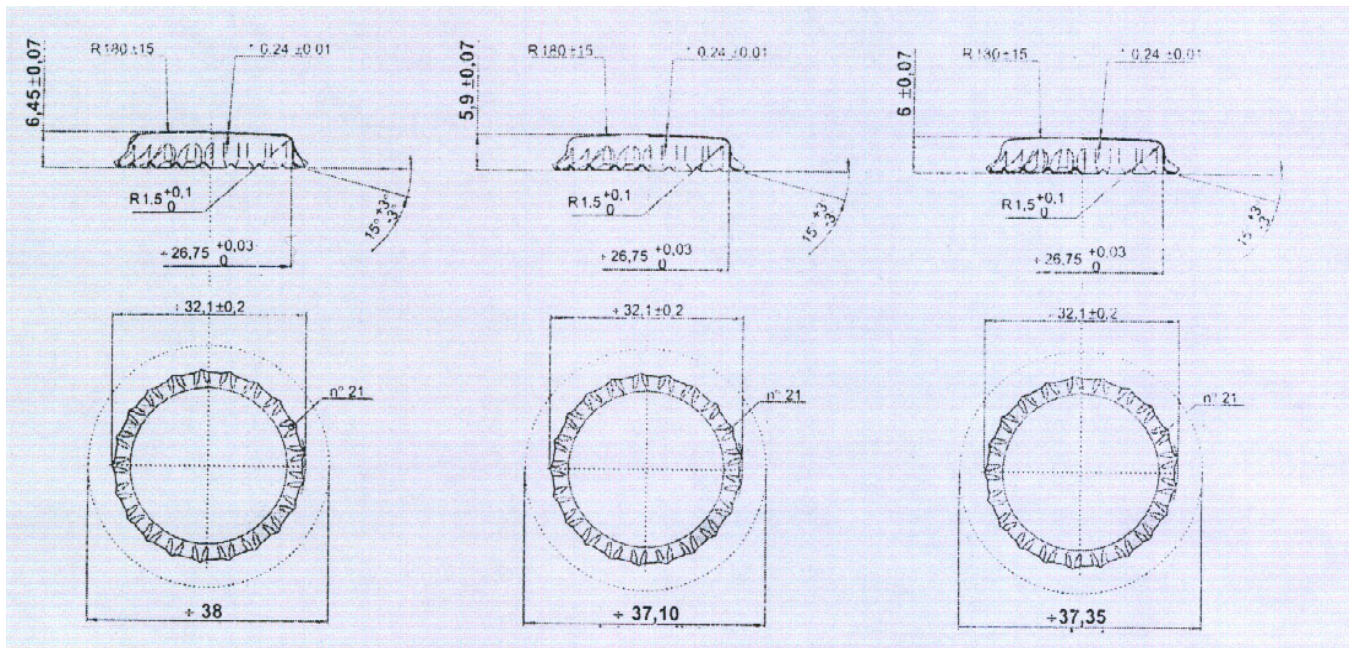
- unutrašnji prečnik iznosi 26.6±0.2 mm
- radijus R iznosi 150 mm
- radijus r iznosi 1.4±0.2 mm, a visine:
 - standard 6.75±0.15 mm
 - srenji 6.00±0.15 mm
 - mini 6.10±0.15 mm

Nabori-krunice zatvarača kojih ima 21 na svakom zatvaraču moraju biti optimalni i svi isti u protivnom, suviše mali nabori prouzrokuju lomljenje grla boca na zatvaranju a suviše veliki loše zatvaranje i smanjenu izdržljivost na potreban pritisak koji treba da iznosi 8 bara. Inače, dozvoljeni gubitak CO₂ iznosi za:

- pivo 20mg/100ml
- mineralnu vodu 30mg/100ml.

Zatvarači predstavljeni na sl.1. kao i zatvarači izrađeni po merama po starim standardima mogu da se koriste kao standardni krunski zatvarači, a samo zatvarači sa sl.1. mogu da budu upotrebljeni, sa odgovarajućim uloškom, kao Twist-off krunski zatvarači. Naravno da je uz to potrebno i odgovarajući oblik i materijal uloška kao i odgovarajuća boca sa navojnim grlom.

¹ Mr Milovan Mitrić dipl.ing.; Aluminka-Šipovo; tel:065/625-967; e-mail:mmitric@banjaluka.com



Standard

Srednji

Mini

Sl.1.Oblici i dimenzije krunskih zatvarača

Oblici uložaka krunskih zatvarača

Na sl.2.dati su neki oblici uložaka krunskih zatvarača koji su univerzalno primenjivi.Oblik i dimenzije uložka zatvarača nisu definisani standardom.Standardom nije definisan ni materijal uložka.Uložci predstavljeni na sl.2. izrađuju se na posebnoj mašini tzv.plazmatiku.Granulat materijala uložka se u ekstruderima topi,posebnim uređajem se određena količina istopljenog materijala ubacuje u zagrejane zatvarače i na kraju toplim ili hladnim alatima oblikuje se izgled i dimenzije uložka u zatvaračima.Pri tome,mašina obezbeđuje tačnost u težini uložka u $\pm 10\text{mg}$ u odnosu na težinu uložka koja se u zavisnosti od vrste materijala kreće od 200-250mg.

Za materijale uložka mogu da se koriste različite vrste termoplastičnih materijala a u prvom redu:PVC materijali i materijali bez PVC(polietileni)-tzv.PVC FREE.PVC materijalima se obično dodaju:

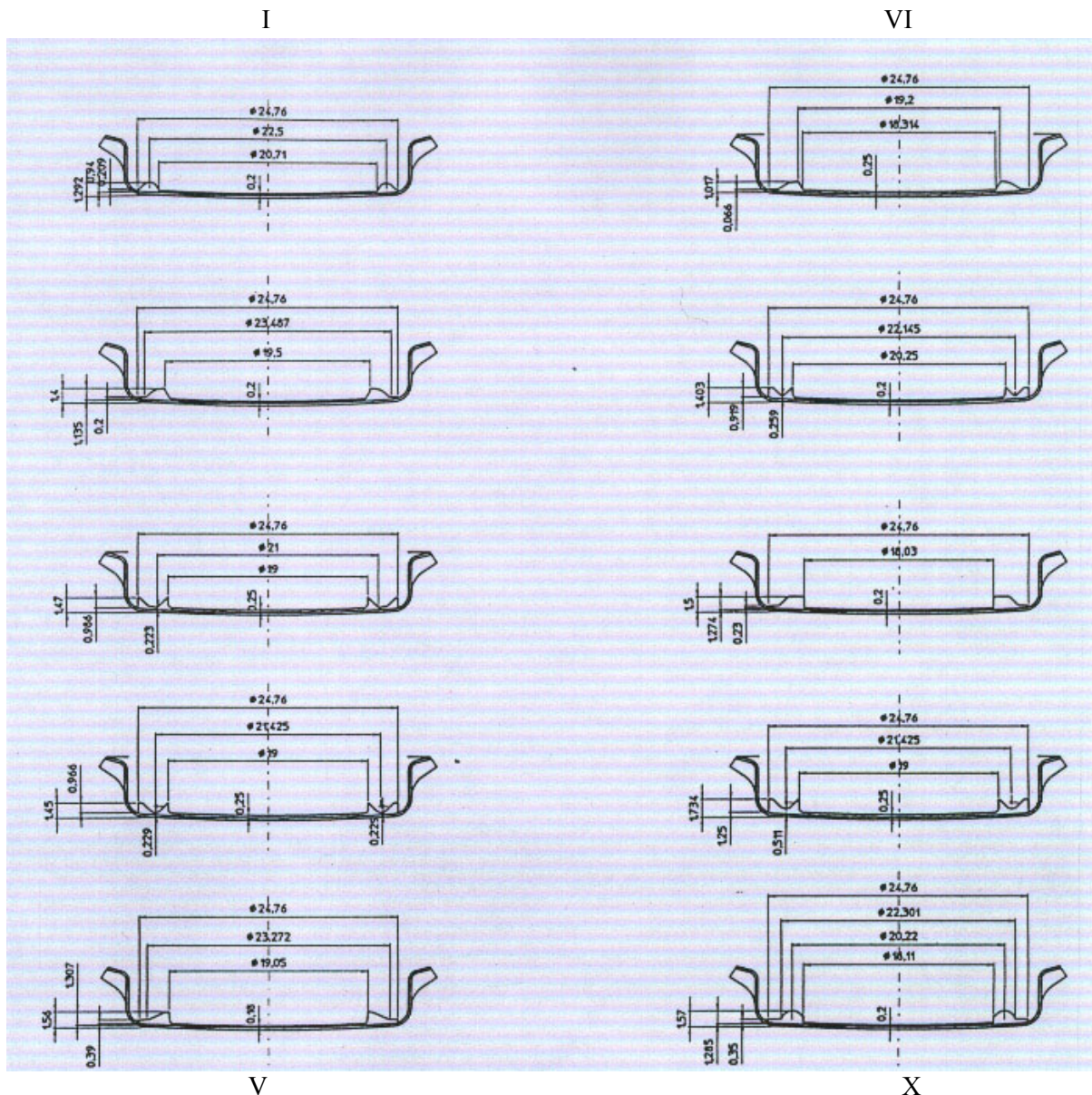
- plastifikatori-olakšavaju klizanje
- stabilizatori-poboljšavaju stabilnost na atmosferske agense i visoke temperature
- sredstva za razastiranje-na izvjesnoj temperaturi oslobađaju gasoviti CO_2 koji ostaje delimično u materijalu i daje mu konačan sunderast izgled
- boje

Nekoliko evropskih fabrika proizvode ove materijale a u praksi su do sada najbolje rezultate dali:

- PVC-DRY BLEND 22187: proizvođač Montaldi-Italy
- PVC FREE-FORESEAL 525:proizvođač Foreco-Italy.

Ovi materijali imaju sljedeće karakteristike:

	DRY BLEND 22187	FORESEAL 525
Tvrdoća ISO R 868 ShorA	75±5	95
Temperatura ekstrudera °C	130-170	110-150
Temperatura oblikovanja °C	50-55	2-5



Sl.2.Oblici uložaka krunskih zatvarača

Eksperimentalna istraživanja

Istraživanja su vršena u pivari sa zatvaračima proizvedenim na liniji Sacmi:

- izvlačenje zatvarača na presi PTC 105
- oblikovanje uložka i stavljanje u zatvarač na Plasmatik PM 1200.

Nakon zatvaranja kontrolisan je gubitak CO₂.Na kraju merenja obrađeni su rezultati i izvedeni zaključci.

Korišteni materijali za izradu zatvarača

Za izradu zatvarača korišteni su beli i TFS limovi debljina 0.22 i 0.235 mm tvrdoća T57 i T61CA.

Na presi PTC 105 izvučeni su zatvarači(sl.1.):-standard(S)
-mini(M)

Na plasmatiku PM 1200 za formiranje uložka korišteni su materijali:

- DRY BLEND 22187(D);za adheziju ovog materijala lim je lakiran sa lakom HLKU-60,Rhenania-Germany
- FORESEAL 525(F);za adheziju ovog materijala lim je lakiran sa lakom HLD-79-4,Rheinania-Germany.

Za oblikovanje uložka korišteni su alati II,III i V(sl.2.).

Ispitivanja su vršena po planu:

Zatvarač S							Zatvarač M				
uložak	II		III		V		II		III		V
mat.uloška D	F	D	F	D	F	F	D	F	D	F	D
F											
komb.	IID	IIF	IID	IIIF	VD	VF	IID	IIF	IID	IIIF	VD
VF											
rezultat	+	+	-	-	±	±	+	+	-	-	±
+											

Na osnovu izvršenih ispitivanja može se zaključiti:

- zatvarači sa uloškom III nisu zadovoljili za Twist-off namenu ni kao standard ni kao mini
- zatvarači sa uloškom II u potpunosti zadovoljavaju za Twist-off u obe veličine standard i mini
- zatvarači sa uloškom V u potpunosti zadovoljavaju za Twist-off sa materijalom F i zatvaračem mini dok su ostale kombinacije ovog uloška na standard veličini i mini veličini sa materijalom D na granici
- materijal uloška F dao je bolje rezultate kod otvaranja rukom
- mini zatvarači su se pokazali povoljnijim za namenu Twist-off od standardnih
- limovi korišteni za izradu zatvarača zadovoljili su nameni, a daljim istraživanjima ići će se na smanjenje debljine lima za Twist-off zatvarače.

Zusammenfassung

Kronenkorken finden die Verwendung zum Verschließen von Bier-Saft, Alkoholflaschen, sowie einigen technischen Verpackungen. Seit dem Jahre 1892, als der patentiert wurde, bis heutzutage, hat der Kronenkorken in gewissem Maße eine Original-Aussicht, Form und Abmessungen behalten. Geöffnet wird mit Sonder-Schlüssel. Ständige Bestrebungen von Konstrukteuren, das Produkt zu modernisieren und das Öffnen zu erleichtern, sind gelungen. Gefertigt wurde der sogenannte Twist-off Kronenkorken, der an der Standard Kronenkorken, der einfach mit der Hand abschränkend geöffnet wird. Die Verwendung bei einer Brauerei und einem Hersteller von Mineralwasser.

Literatura:

- 1.M.Mitrić-Postupci dubokog izvlačenja tankih limova-Mašinstvo za 21 vek, NS 1995.god.
- 2.I.Pantelić-Uvod u teoriju inženjerskog eksperimenta-NS, 1976.god.
- 3.Standardi: JUS M.Z2.900; EN 10203;
- 4.Tehničke informacije firmi: Sacmi, Montaldi, Foreco

V. MOMIROVIĆ¹, V. N. RADIĆ²**SERVICE CONDITIONS, PROPERTIES, STRUCTURE AND MATERIALS TAILORING
OBTAINED BY EXPLOSIVE WELDING**

Summary: *The development of new materials, and material and energy-saving production processes utilizing nontraditional energy sources is an important trend of scientific and technical progress. From this point of view, production processes using rather new energy sources, namely, high explosives, to produce new materials in the form of bimetal and multilayer compositions, are advantageous. Explosion welding, discovered comparatively not long attracted great attention of scientists, technologists and customers.*

1. INTRODUCTION

Explosive welding can be conceptually described in terms of the formation of a fixed joint under high-speed contact interaction of two and more bodies. In practice, a high explosive charge imparts high speed to one of the bodies being welded (plate, tube). Phenomena taking place during high speed interactions are too complicated and difficult to directly visualize. A lot of theories have appeared, treating the nature of a welded joint formation from different points of view, but there is no common opinion explaining this phenomenon.

2. THEORETICAL MODEL

To explain the reasons causing periodic oscillations in the vicinity of the contact interaction point is of great interest. Let us consider the transverse oscillations of the plate lying on an elastic base. They are caused by the linear inertia-free force P moving with constant velocity V along one of the plate sides (Fig. 1).

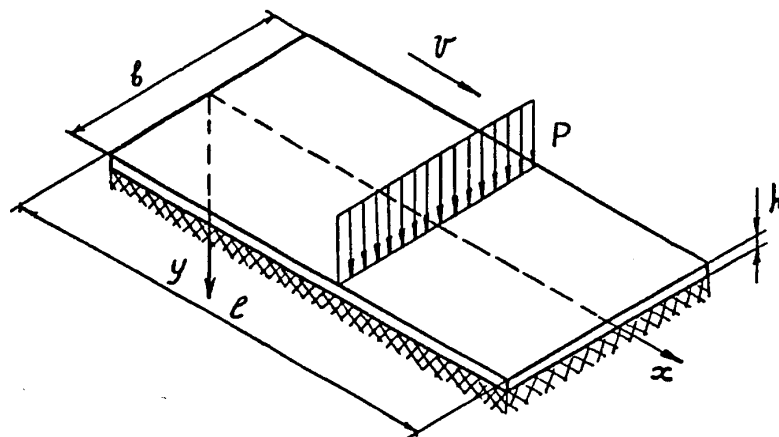


Fig. 1 – Moving load calculation scheme

¹ Mr Vladimir Momirović, dipl. inž., VTI VJ, Katanićeva 15, Beograd, 505 388, lok. 36733

² Doc. dr Vlado N. Radić, viši naučni saradnik

Savezno ministarstvo za odbranu, Birčaninova 5, Beograd, 3203359, e-mail: radici@afrodita.rcub.bg.ac.yu

The force P is considered in value, inertia-free and linear, and concentrated at the narrow part, the length ℓ of it being less than the plate height h ($\ell < h$). To describe the plate behavior under loading, a beam-like model from Timoshenko was used. The corresponding system of equations of motion is given in the following:

$$EJ \frac{d^4 y}{dx^4} + \rho F \frac{d^2 y}{dx^2} - \rho J \left(1 + \frac{E}{\lambda G} \right) \frac{d^4 y}{dx^4} + \frac{\rho^2 J}{\lambda G} \frac{d^4 y}{dx^4} + \frac{d}{dx} \left(N \frac{dy}{dx} \right) = P - ky \quad (1)$$

$$\rho F \frac{d^2 u}{dt^2} = - \frac{dN}{dx} \quad (2)$$

$$- \frac{N}{EF} = \frac{du}{dx} + \frac{1}{2} \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \quad (3)$$

$$\begin{matrix} x=0 \\ x=1 \end{matrix} \quad Y \neq 0 \quad dy/dx \neq 0 \quad d^2 y/dx^2 = 0 \quad d^3 x/dx^3 = 0$$

where: y – absolute transverse deflection, u – longitudinal section displacement, t – time, E, G – moduli elasticity and shear respectively, F = bh - cross section of area, J – moment of inertia, λ – coefficient taking into account the shape of the plate cross-section, ρ - material density, k – stiffness coefficient of the elastic base $k = (10^{-3} - 10^{-4})E$, N – longitudinal load.

The solution of the problem is reduced to the determination of the influence of the load travel velocity on the contact point trajectory and the plate curvature. The force moving along the plate causes transverse regular travel of this force contact point with the plate surface. In addition, both the plate curvature radius in the contact point and the contact point trajectory are described by periodic functions. The period of the functions is determined by the plate height, force travel velocity, expanding and shear waves velocities in the plate material. In the case of the load motion velocities close to shear wave velocities, the oscillation period of plate, 10 mm in thickness, is $10^{-7} - 10^{-6}$ s. That is of the same order as the wave formation periods during explosion welding.

3. SERVICE CONDITIONS, PROPERTIES, STRUCTURE, AND MATERIALS TAILORING

Material obtained by explosion cladding can be widely used in various and demanding service conditions. So, knowing those conditions it is possible to develop tailor-made materials which are in good agreement with the condition requirements. This is one more advantage of explosion welding and the materials produced. Temperature, pressure, environment, electromagnetic fields, radiation and time are the main factors effecting the structure of the material and its production technology. Composition materials allow to sufficiently improve technological parameters and service performances of the products.

3.1 Electrical Conductivity Application

Production of such widely used metals as copper, nickel, aluminium, zinc, etc. demands great amounts of electric power consumption for electrolysis and refinement. This is particularly true when these materials are used as electrodes of various types. Current-carrying accessories for electrolysis baths should meet a number of requirements, the most important of which are the minimum electric resistance during the long service cases under elevated temperatures and corrosive environments.

Copper + Titanium or Acid-Resistant Steel. During copper and nickel hydraulic electrolysis, the metals are deposited at the titanium or steel plates where copper current-carrying bars are traditionally joined by rivets or bolts. The contact electric conductivity of those joints is low, thereby reducing the efficiency of operation, since the contact tightness decreases due a different coefficients of thermal expansion of the joined part materials, and contact corrosion. The problem is successfully solved by using transition joints from copper-titanium or copper-stainless steel bimetal produced by the explosion welding process.

Aluminium + Steel. In aluminium reduction plants, the current-carrying busbars are joined to steel electrolyzer electrodes by bolts. Such a joint operates at 250 °C and periodically heats up do 500 °C for a short time. Transition joints from steel-aluminium bimetal were used, that enabled steel to be welded with steel and aluminium with aluminium by electric-arc welding, and to sufficiently improve the electrical conductivity of the joint. However, during heating, aluminium and iron can intensively form intermetallic

compounds, that sharply worsen the strength and electrical conductivity of the joint. Long-duration service of the bimetal transition joints with a barrier layer enabled the structure service-life to be extended and a 5-8% reduction in the production costs of aluminium.

3.2 Heat Conductivity Application

Tailor-made structural materials able to operate in high vacuum, under high temperature, and high intensity ionizing radiation are required to equip the machines for metallizing of integrated circuits in microelectronics. The metallizing process in ion-plasma and magnetron spraying machines results from bombardment of the target of the material sprayed by the argon ionized atom flow, which knocks the atom or groups of atoms or even microscopic metal particles out of the target. The higher the temperature of the target, the coarser the particles sprayed, and the worse is the quality of metal spraying, since the size of the particles deposited can exceed the size of the integrated circuit elements.

Copper + Different Metal Compositions. The quality of the deposition products depends on the intensity of the target cooling, carried out by water cooling of the copper table to which the target is usually attached mechanically, or soldered onto by silver. The target operation conditions demand the welded structures without pores, vortices and intermetallics. This problem was solved by explosion welding of the target with the copper pedestal. Bimetal targets from a wide number of metals and alloys, including structural, refractory, and even precious ones, have been produced. These targets have high mechanical strength, heat and electric conductivity, that favorably influences the quality of the coatings sprayed.

3.3 Antifriction Application

Bronze is widely used in parts intended for operations in friction conditions. But this metal is expensive enough as it contains tin and lead. Bronze saving in such parts as slide guides in machines, and presses, plain bearing or large diameters, is possible by explosion welding formation of steel-bronze bimetal. It was necessary to obtain a strong weld. But the lead kept in bronze in the form of microspheres, is extruded into the clearance between the surfaces welded under high welding pressure and forms an unstable film. A solution was found by precladding of the bronze surface with a thin layer of copper. In this case the contact pressures can be sufficiently less, and the lead splashing won't take place. Bronze is welded with steel by a copper underlayer during the second explosion. Bronze undergoes intensive plastic deformation, increases its strength and, as result, improves its wear resistance and possibilities to sustain high hydrostatic pressures at service conditions.

3.4 Tooling Application

Deformation strengthening, accompanying the explosion welding is especially effective while producing bimetals, one of the components of which is high-alloy tool steel. It should be noted that steels used in cutting tools, dies for the hot forging, injection moulds, etc., operate under extremely severe conditions of variable temperatures and forces. Bimetals of tool steels can be used only on condition that a defect-free zone of a weld and strong joint between the components will be formed. Explosion welding conditions mainly influence the structure and properties of the contact zone. If the process is performed at low velocities of the contact point travel, the joint boundary close to a linear one is observed; the velocity increasing, the boundary becomes wavy. Then intensive formation of vortices follows, and there appear local zones of poor setting, zones of melts, shrinkage cavities and other defects.

Rupture strength of the joint after the welding reaches its maximum value being not less than the strength of the weaker metal of the pair, the joint boundary wavy. However, after heat treatment the surface of the contact zones is changed and ferrite interlayers are formed in the weld, and microcracks from shrinkage cavities and diffusion zones of alloying elements are developed. This results in a smooth change in concentration. After heat treatment the bimetals with a wave-free boundary of the joint have the maximum strength obtained at maximum velocities of the contact point.

Bimetals of structural steel (0,4% C, 1% Cr) + high-speed for cutting tools (6% W, 5% Mo), die steel (of the 5% Cr, 2% W, 1% V) were used to manufacture flat broaches, forging dies inserts, moulds (Figs. 2a, 2b, 2c). They demonstrated good results both in material saving and tool stability.

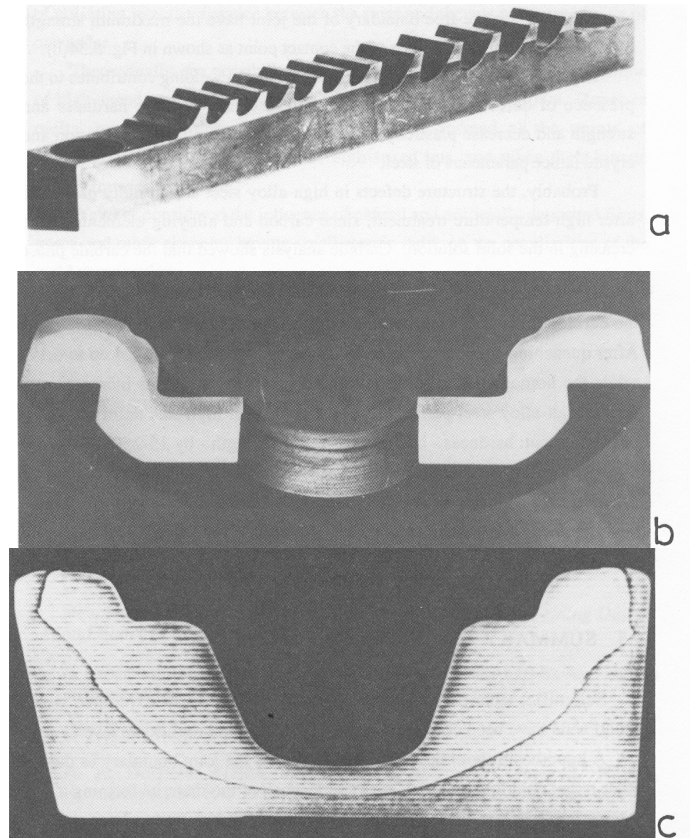


Figure 2. Bimetal tools: a) cutting tool broach, b) forging die insert, c) injection mould

4. CONCLUSION

Scientific, technological and applications aspects of explosive welding phenomena have been considered at multiscale levels. A hypothesis about the periodic structure of the joint boundary as the result of jet-target colliding materials interaction, each of the material forming a jet and being a target in turn during one period of the wave process has been presented. It was shown that the surface of the joint boundary is formed by the rows of pulsating jets, the distance between the rows and the jets in the row being of one order. Theoretically, the possibility of pulsations to form owing to the interaction of high-speed moving load with the welded plates has been shown. Zones of melts, mixtures, intermetallic compounds are formed at the points of decelerations, turnings and stops of high-speed jets, and when their kinetic energy transforms to heat. We have considered the influence of natural and artificially deposited films, gases and other elements having small atomic radii, on the peculiarities of the weld compositions. Practical application of explosively welded bimetals has been treated from the point of view of the composition and structures corresponding to the specific operation conditions.

5. REFERENCES

- [1] Deribas, A. A., *Fizika uprochneniya i svarki vzryvom*, Nauka, Novosibirsk, 1972.
- [2] Crossland, B., *Explosive Welding of Metals and its Application*, Clarendon Press, Oxford, 1982.
- [3] Timshenko, S. P., *Prochnost i kolebaniya elementov*, Konstruktiv, Moscow, 1975.
- [4] Kuznetsov, V. V., *Phase Transformation Effects Under High Dense Energy on Matter*, Novosibirsk Acad of Science, 1985.
- [5] Kudinov, B. M., Koroteyev, A. Ja., *Explosion Welding in Metallurgy*, Moscow, Metallurgy, 1978.
- [6] Murr, L. E., (eds), *Shock Waves for Industrial Applications*, Noyes Publications, Park Ridge, New Jersey, 1988.

Petropoulos G., Dašić P., Pandazaras C.¹

THE SIGNIFICANCE OF EVALUATING SURFACE TEXTURE ANISOTROPY

Summary: Most of the machined surfaces are topographically anisotropic and the directional properties affect the tribological behaviour of the surface, as well as the quality control concerning the machining process performed. Existing methods for evaluating surface texture anisotropy are briefly reviewed and discussed here. A case of internal combustion liner is presented next, where the increase of texture anisotropy can indicate the critical stage of wear, as an example of practical application. Further, new suggestions are made on an integrated approach combining surface variability and inhomogeneity to anisotropy.

Keywords: surface topography, anisotropy, wear control, machining

1. INTRODUCTION

A variety of surface textures is produced by the machining processes performed in industry. Apart from the particular profile characteristics, which are dependent on the process, surface topography is an isotropic or anisotropic phenomenon, with the meaning that the directional properties of the surface have to be considered in relevant tribological and manufacturing problems.

In the case of isotropy the surface has the same topographic properties all over regardless of the direction. On the contrary, anisotropic surfaces possess a ‘lay’, an orientation of the surface pattern along the axis of the relevant machining method (a simplified scheme given in Fig. 1). Concerning the latter, machining processes with tool of defined geometry (turning, shaping, milling) generate strongly anisotropic textures. Others like honing, EDM etc. impart surface patterns which do not exhibit direction dependent features and are isotropic. A distinction must be made between surface anisotropy and directionality [1]. In fact, texture anisotropy is statistically described; statistical surface characteristics change in different directions.

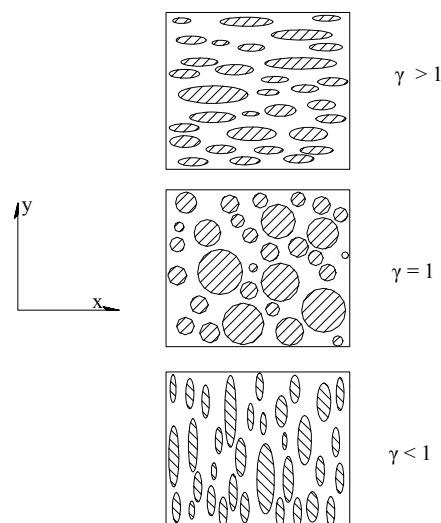


Figure 1: Representation of rough surface isotropy and anisotropy

¹ Dr George Petropoulos, DMIE, University of Thessaly, Volos, Greece, e-mail: gpetrop@mie.uth.gr
Mr Predrag V. Dašić, VTTŠ in Kruševac and VTMSŠ in Trstenik, Yugoslavia, e-mail: dasicp@ptt.yu
Dr C. Pandazaras DMIE, University of Thessaly, Volos, Greece

Directionality is a special case of anisotropy used to define a uni-directional pattern. Besides, a further distinction of anisotropy to severe and weak anisotropy has been introduced [2], although a corresponding way of mutual characterization is not made practically clear.

The lay has to be seriously considered for the quality control of the surface. It can change in the cases of severe vibration and secondarily tool wear [3]. Simple or complex kinds of the lay created by machining operations in practice are: parallel or perpendicular (longitudinal turning), crossed (honing), multi-directional (stratified machined surfaces), circular (face turning), radial (face milling).

From the tribological standpoint the surface directional properties are closely related to the functional performance affecting load bearing capacity in contact, friction, lubricant film retention and others [4].

Two problems arise: to find the direction or directions of the lay and to quantify the degree of anisotropy. Regarding the former in view of literature, there are approaches by several researchers proposing cross-correlation analysis [5], power spectral density function [2], motif analysis [6], image processing [7].

Existing methods for evaluating anisotropy, not exhaustively surveyed, are:

- 1) It is widely acceptable that the degree of anisotropy as a measure of the surface geometric anisotropy can be determined by using the ratio of the auto correlation lengths $\lambda_{0.5}$ of two representative profiles along the principal directions of the surface [8]. These auto correlation lengths correspond to the abscissae of the relevant auto correlation functions at 50% of their initial values. Consequently, if $R_{xx}(0)$ and $R_{yy}(0)$ are the values of the autocorrelation functions in the directions xx and yy respectively, the ratio $\gamma = \frac{\lambda_{0.5yy}}{\lambda_{0.5xx}}$ is defined as the anisotropy index. The range of theoretical values for γ is from 0 to ∞ . The $\gamma=1$ value declares full isotropy.

- 2) By a similar concept a ratio called long-crestedness $1/\gamma$ or equivalently $\Lambda = \frac{2\sqrt{m_{20}m_{02} - m_{11}^2}}{m_{20} + m_{02}}$ was proposed after a more detailed analysis considering seven independent combinations of moments of the power surface spectral density function. For an isotropic surface $\gamma=1$ and $\gamma=0$ in the extreme case of anisotropy, where infinitely long crests appear [2,9].

- 3) The aforementioned anisotropy index can also be determined as $\gamma = \frac{\Delta_{qy}}{\Delta_{qx}}$ and is the ratio of the minimum and maximum RMS slope values over the profile [10].

- 4) Fractal geometry analysis was introduced considering the basic parameters namely, dimension and topothesy and how they vary with direction. It was found that both, with the topothesy exhibiting the larger variation, are sensitive to the direction of anisotropy for parallel and crossed types of lay [2,11].

- 5) Applying the Hurst orientation transform to machined surfaces [1], the texture aspect S_{tr} parameter was developed to identify the anisotropy or isotropy of a surface. It is defined as the ratio between the axes of an ellipse fitted to a 'rose plot' of Hurst Coefficients ($S_{tr} \geq 0.5$ indicates isotropy, $S_{tr} < 0.5$ anisotropy).

2. ANISOTROPY AS A CRITERION OF WEAR

Wear monitoring of Internal Combustion Engines cylinders is important in automotive industry. Apart from the determination of standardized or not standardized micro-geometry parameters of the cylinder surface which change with respect to working time [12], a future target could be the possible calculation of the time instant to act curably on this tribo system or to lead to its final rejection.

It is proved through an appropriate software developed (PPR/ Points-Peaks-Radii) and currently improved in the University of Thessaly and verified by experimental data obtained through a friction- wear simulator, that the characteristic showing the higher degree of variation is the cylinder surface anisotropy and expresses in a better way the characteristics of the cylinder's worn surface [13-14]. As a consequence, by prescribing a limit for the maximal acceptable anisotropy as a basic criterion, the ultimate tolerable stage of wear is controlled simultaneously and vice versa.

The selection of anisotropy as a wear criterion is based not only on its variation versus wear, which is more intense than the other roughness parameters variation (Fig.2) but also on its weight on the wet friction mechanisms between the piston rings and the cylinder. Although, the lubrication of the rings cannot be considered fully hydrodynamic during the I.C.E cycle, stages exist of a mixed lubrication character which are dependent on the inter surface anisotropy; an important component of which is the cylinder surface anisotropy.

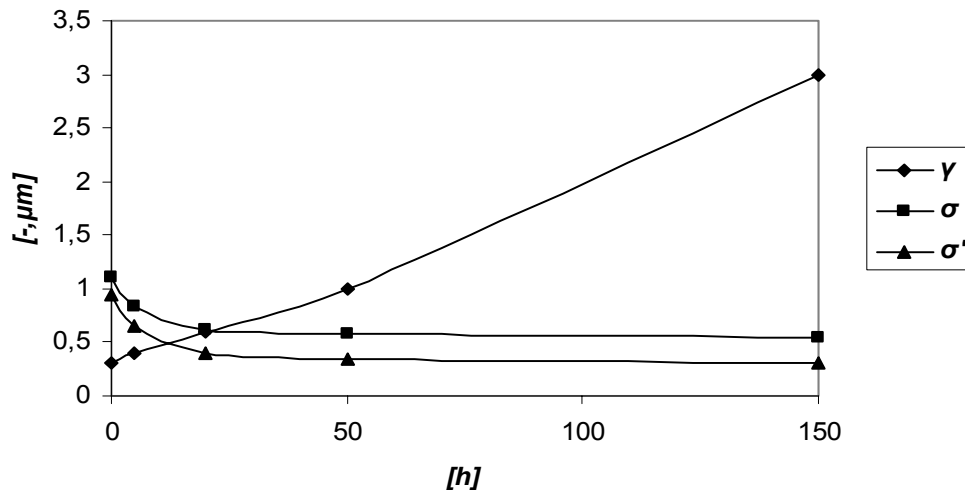


Figure 2: Variation of the rms values of the surface height and hill summits populations σ or R_q and σ' respectively, as well as of the anisotropy γ of the cylinder surface in association with working time [14].

3. CONSIDERATIONS FOR FUTURE WORK

As discussed in the foregoing, surface texture anisotropy is gaining more and more attention by tribologists and machinists in view of surface function and process control.

Some suggestions for further study on this subject based on current research ran by the authors are, as follows:

- a) The waviness component of the surface plays an important role in contact magnitudes and the lubrication of a tribosystem and if a relevant anisotropy exists over the surface, it must be taken into consideration. Especially, when in highly anisotropic textures the waviness shows the same directional variations as roughness (not necessarily with the same trend), an integral anisotropy index could be proposed [15].
- b) Abbott (bearing) curves describe the load bearing capacity of a surface and it would be feasible to establish a measure of anisotropy via corresponding parameters, standardized (DIN 4776) or not (statistical) [16, 19].
- c) Every surface exhibits variability, more or less, even in the same direction. This is associated with the mode of the machining operation, the machining conditions employed and the workpiece material. Certainly, mean values of the relevant quantities are used according to the aforementioned anisotropy evaluation techniques but multi-parameter statistical systems like Pearson, the parameters of which combine standard deviation, skewness and kurtosis of the profile height distribution, would provide a more convenient and correct evaluation of anisotropy [17].
- d) Another matter related to the previous one is the homogeneity or inhomogeneity of the surface statistically tested by analysis of variance to find out whether the measurements are cite dependent. In this regard, anisotropic surfaces can be proved homogeneous regarding surface texture as a criterion [18].

REFERENCES

- [1] Podsiadlo, P., Stachowiak, G.W., Applications of Hurst orientation transform to the characterization of surface anisotropy, *Trib. Int.* 32 (1999) 387-392.
- [2] Thomas, T.R., Rosen, B.-G., Amini, N., Fractal characterization of the anisotropy of rough surfaces, *Wear* 232 (1999) 41-50.
- [3] Zhang, G. M., Kapoor, S.G., Dynamic generation of machined surfaces Part 1: Description of a random excitation system, *ASME J. Eng. Ind.* 113 (1991) 137-144.
- [4] Dizdar, S., Wear transition of a lubricated sliding steel contact as a function of surface texture anisotropy and formation of boundary layers, *Wear* 237 (2000) 205-210.
- [5] Kubo, M., Peklenik, J., An analysis of micro-geometrical isotropy for random surface structures, *CIRP Ann.* 16 (1968) 235-342.
- [6] Fahl, D., Motif combination- a new approach to surface profile analysis, *Wear* 83 (1982) 165-179.
- [7] Boudreau, B.D, Raja, J., Analysis of lay characteristics of three-dimensional surface maps, *Int. J. Mac. Tools Manufact.* 32 (1992) 171-177.
- [8] Patir, N., Cheng, H.S., An average model for determining effects of three dimensional roughness on partial hydrodynamic lubrication, *Trans. of ASME* 120 (1978) 12-17.
- [9] Li, C.-G., Dong, S., Zhang G.-X., Evaluation of the anisotropy of machined 3D surface topography, *Wear* 237 (2000) 211-216.
- [10] McCool, J.J, Characterization of surface anisotropy, *Wear* 49 (1978) 19-31.
- [11] Zahouani, H., Spectral and 3D motifs identification of anisotropic topographical components. Analysis and filtering of anisotropic patterns by morphological rose approach, *Int. J. Mac. Tools Manufact.* 38, 5-6 (1998) 615-623.
- [12] Pawlus, P., Change of cylinder surface topography in the initial stage of engine life», *Wear* 209 (1997) 69-83.
- [13] Pandazaras, C., RENAULT Ring-liner friction code, Technical Report JERK-PG Tribology in Power Train, (PSA-FIAT-VOLVO-B.L.-RENAULT) DLA/DRDA/RNUR, France (1985).
- [14] Pandazaras, C., Petropoulos, G., Surface anisotropy on monitoring the wear of I.C.E cylinders, accepted for publication in *Tribotest* (2003).
- [15] Petropoulos, G., Pandazaras, C., Stamos, I., On the Interdependence of surface waviness and roughness parameters in longitudinal turning, Proc. In CD, 2nd World Tribology Congress, September 3-7, (2001), Vienna, Austria.
- [16] Petropoulos, G., Torrance, A., Pandazaras, C., Abbott curves characteristics of turned surfaces, *Int. J. Mach. Tools Manufact.* 43, 3 (2003) 237-243.
- [17] Petropoulos, G., Pandazaras, C., Stamos, I., Studying main variability aspects of surface texture of steel in face milling” accepted for publication in *Engineering Tribology* (2003).
- [18] Petropoulos, G., Karachaliou, H., Testing the homogeneity of the roughness of surfaces generated by face turning operations, *Tribology in Industry* 19 3 (1997) 107-112.
- [19] Dašić P., Petropoulos G.: Regresiona zavisnost parametara hrapavosti obradene površine pri obradi struganjem reznim alatom od tvrdog metala, *časopis IMK-14 Istraživanje i razvoj*, Kruševac, god. VIII (2002) br. (14-15) 1-2, s. 93-98

OCENA SIGNIFIKANTNOSTI ANIZOTROPIJE TEKSTURE POVRŠINE

Rezime: Većina obrađenih površina su topografski anizotropne i njihove osobine deluju na tribološko ponašanje površine, kao i na kontrolu kvaliteta koja se odnosi na obradni proces. U radu su ukratko sadržane i razmatrane postojeće metode za ocenu anizotropije teksture (sastava) površine. Slučaj internog sagorevanja čaure je razmatran kao sledeći, gde povećanje anizotropije teksture može označiti kritičan stepen habanja, što služi kao primer praktične primene. Nadalje, učinjene su nove sugestije na integralnom prilazu kombinovane raznovrsnosti površine i nehomogenosti anizotropije.

Ključne reči: topografija površine, anizotropija, upravljanje habanjem, mašinska obrada

V. N. RADIĆ¹

FORMIRANJE GRANICE PREKIDA PRI ZAVARIVANJU EKSPLOZIJOM VIŠE PLOČA

Rezime: Cilj rada je da se objasne karakteristike procesa zavarivanja eksplozijom više ploča. Da bi se odredili osnovni parametri koji upravljaju tim procesom i njihov uticaj na kvalitet konačnog proizvoda, pre svega, istraživana je slučaj zavarivanja nekoliko slojeva istorodnog materijala. Razumevanje procesa koji se dešavaju u tom jednostavnom modelu može da pomogne u boljoj analizi opšteg i, u praksi bliskog, slučaja zavarivanja više ploča od različitih metala. Zaključeno je da amplituda i dužina talasa na površini zavarivanja zavise od inercije ploča, kinetičke energije i kombinacije materijala koji se zavaruju.

1. UVOD

Industrijski višeslojni metalni materijali dobijaju se na različite načine, pre svega toplim valjanjem, tvrdim lemljenjem i zavarivanjem eksplozijom. U literaturi o zavarivanju eksplozijom analizira se, prvenstveno, slučaj zavarivanja dve ploče, mada je opisan i niz uspešnih pokušaja kompaktiranja više žica eksplozijom i kompozitnih cilindara. Vrlo malo pažnje ukazano je prirodi tih procesa i, posebno, njihovim karakteristikama, koje zavarivanje eksplozijom više cilindara razlikuje od zavarivanja eksplozijom u ravanskoj geometriji (ploča).

Tipičnu tehnologiju izrade višeslojnih kompozitnih materijala pomoću energije eksplozije opisali su Wright i Levitt. Po ovoj tehnologiji ploče su paralelne i na potrebnom rastojanju jedna od druge, a eksplozivno punjenje postavlja se na ploču koja se ubrzava (odbacuje). Koristeći takav pristup Wright i Boyce uspeali su u jednoj operaciji da spoje do 100 ploča debljine 0,55 mm od aluminijuma i cinka. Sličnu tehniku primenili su El-Sobki i Blazynski za dobijanje višeslojnih cilindara od priprema male debljine zidova. U tom slučaju eksplozivno punjenje bilo je postavljeno na spoljašnjoj strani cilindra koji se zavaruje.

2. GRANICA PREKIDA PRI ZAVARIVANJU

Zavarivanje više ploča izvodi se metodom zavarivanja eksplozijom sa paralelnim postavljanjem ploča (tzv. *stand-off geometrija*). Parametri za nekoliko tipičnih opita navedeni su u tabeli. Brzina ploče koja se ubrzava (odbacuje) i brzina tačke sudara merene se senzorima.

Tabela. Parametri zavarivanja eksplozijom

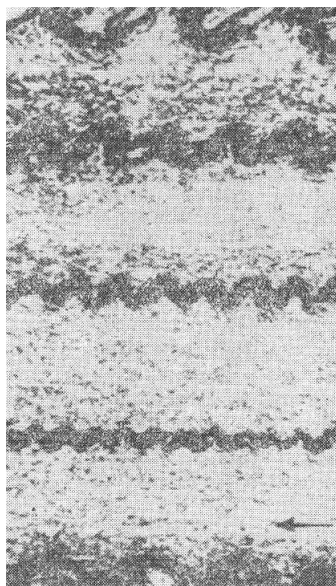
Broj opita	Ploča koja se ubrzava		Osnovna ploča		Broj slojeva	Zazor, mm	Zazor među slojevima, mm	Visina eksplozivnog punjenja, mm
	Debljina, mm	Materijal	Debljina, mm	Materijal				
1	6,8	aluminijum	0,9	aluminijum	9	8,5	0,91	10
2	0,9	bakar	0,5	bakar	4	8,5	1,4	15
3	0,9	bakar	0,5	bakar	2			
			0,5	mesing	3	8,5	1,4	15
4	0,9	čelik	0,4	aluminijum	4			
5	0,5	aluminijum	0,4	bakar	5	0,8	0,4	12

¹ Doc. Dr Vlado Radić, viši naučni saradnik

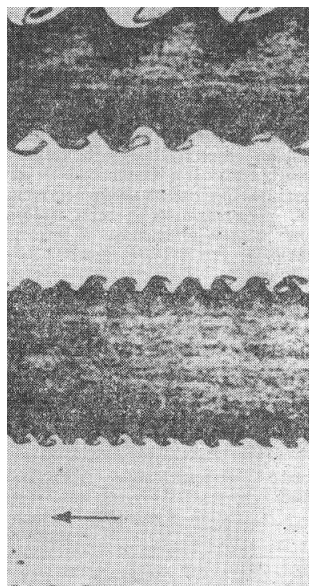
Savezno ministarstvo za odbranu, Birčaninova 5, Beograd, tel. 3203359, e-mail: radici@afrodita.rcub.bg.ac.yu

Pri metalografskom ispitivanju uočene su kako talasasta, tako i ravne površine spoja. Ako su površine talasaste, tada je stepen razvijenosti te talasnosti manji po meri udaljavanja od ploče koja se ubrzava, mada karakter talasa na poslednjoj površini zavarivanja zavisi od toga na kakvoj osnovi leži donja ploča. U slučajevima kada se donja ploča ne oslanja na čvrstu podlogu, talasi na poslednjoj površini zavarivanja su slabijeg intenziteta nego na prednjim površinama. Suprotno, kada se donja ploča oslanja na čvrstu podlogu, talasi na poslednjoj površini zavarivanja su jačeg intenziteta.

Na slici 1 to je očigledno u kompozitima od bakra (pet slojeva koji se oslanjaju na masivnu ploču od bakra), a na slici 2 – kompozit sa pet slojeva bakra i mesinga. Poređenjem slika 1 i 2 očigledno je da je na odgovarajućim površinama u oba uzorka veličina talasa jednaka, a samo na poslednjoj površini se uočava različit karakter talasnosti.



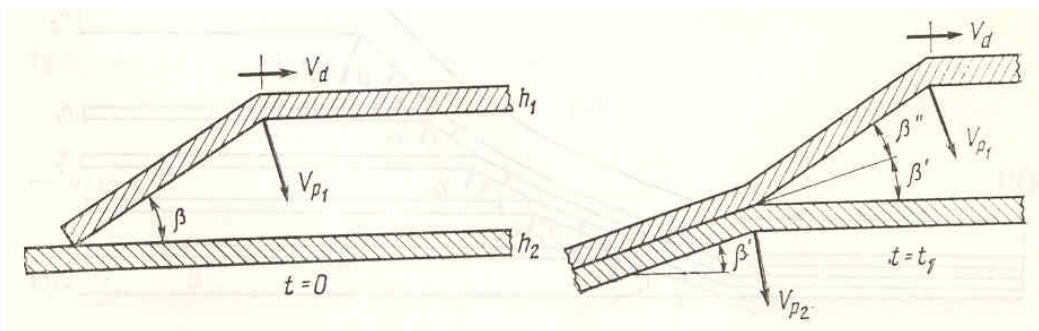
Slika 1. Mikrofotografija ploča od nekoliko slojeva bakra zavarenih eksplozijom sa masivnom osnovnom pločom. Strelicom je prikazan pravac prostiranja detonacije.



Slika 2. Mikrofotografija ploča od nekoliko slojeva bakra i mesinga zavarenih eksplozijom bez masivne osnovne ploče. Gornji sloj – bakar; strelicom je prikazan prava prostiranja detonacije

3. TEORETSKA ANALIZA

Analizira se neelastični sudar ploče debljine h_1 i gustine ρ_1 , koja se pomera brzinom V_{p1} i sudara pod uglom β sa osnovnom pločom debljine h_2 i gustine ρ_2 (slika 3). U tački sudara ploča koja se ubrzava (odbacuje) se savija za ugao β'' , tako da se obe ploče naginju u odnosu na horizontalu za ugao β' .



Slika 3. Šema zavarivanja eksplozijom dve ploče u uslovima slobodnog sudara

Iz uslova očuvanja količine kretanja i vertikalnom pravcu, dobija se jednačina:

$$V_{p2} = \frac{h_1 \rho_1}{h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2} \frac{\cos(\beta/2 - \beta')}{\cos \beta'/2} V_{p1} \quad (1)$$

gde je: V_{p2} – brzina slobodnog pomeranja obe ploče posle sudara.

Moguće je, dalje, pokazati da se promena kinetičke energije sistema pri sudaru izražava jednačinom:

$$\Delta KE = \frac{1}{2} h_1 \rho_1 V_{p1} \left[1 - \frac{h_1 \rho_1}{h_1 \rho_1 + h_2 \rho_2} \left(\frac{\cos(\beta/2 - \beta')}{\cos \beta'/2} \right)^2 \right] \quad (2)$$

Pri paralelnom položaju ploča koje se zavaruju $\sin \beta/2 = V_{p1}/2V_d$ i $\sin \beta'/2 = V_{p2}/2V_d$, gde je V_d – brzina detonacije eksploziva, pa odavde proizilazi:

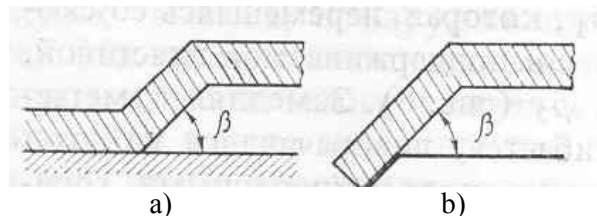
$$\Delta KE = 2V_d^2 \left[h_1 \rho_1 (\sin^2 \beta/2 - \sin^2 \beta'/2) - h_2 \rho_2 \sin^2 \beta'/2 \right] \quad (3)$$

Pošto je $\beta = \beta' = \beta''$, jednačina (1) prikazuje se u sledećem obliku:

$$\operatorname{tg} \beta' = \sin \beta \left[1 + \frac{h_2 \rho_2}{h_1 \rho_1} - \sin \beta \operatorname{tg} \beta/2 \right]^{-1} \quad (4)$$

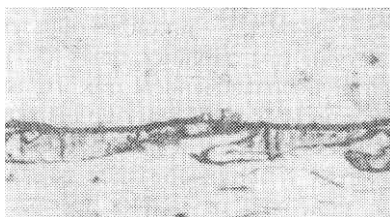
Ako je $\rho_2 h_2 \gg \rho_1 h_1$, tada $\beta' \rightarrow 0$. To odgovara slučaju zavarivanja eksplozijom ploče relativno male debljine sa masivnom osnovom (slika 4a). Ako je, pak, $\rho_2 h_2 \ll \rho_1 h_1$, tada $\beta' \rightarrow \beta$, što dovodi do stanja na slici 4b. Očigledno je da je poslednji slučaj analogan kosom sudaru ploče koja se ubrzava (odbacuje) sa pločom manje debljine. Analizirajući ta dva granična slučaja, Deribas je predložio sledeći empirijski izraz za dužinu talasa λ na površini spoja dve ploče:

$$\lambda = 32 \left(h_1 \sin^2 \beta''/2 + h_2 \sin \beta'/2 \right) \quad (5)$$

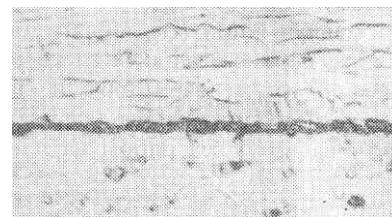


Slika 4. Granični slučajevi zavarivanja eksplozijom u uslovima slobodnog sudara:
a) donja ploča beskonačno debela, b) donja ploča beskonačno tanka

Dobijanje višeslojnih kompozitnih materijala sa mekim i tvrdim međuslojevima otkriva veće mogućnosti za povećanje tvrdoće materijala. To se obično postiže u kompozitnim materijalima sa kombinacijama bakar-aluminijum, tvrdi i meki titan, kao i aluminijum-legure aluminijuma. U kompozitnim materijalima sastavljenim od slojeva bakra i aluminijuma jednake debljine (tabela, opit 3) pojavljuju se dve vrste površinskih spojeva (slika 5). Na površinama obe vrste očigledna su intenzivna topljenja i stvaranje tvrdih intermetala. Zona topljenja na strani aluminijuma je mnogo veća nego na strani bakra. Ta pojava je, verovatno, povezana sa količinom energije oslobođene pri sudaru. Prisustvo krutih intermetala pogoduje viskoznom razaranju, što dovodi do slabljenja veze između slojeva.

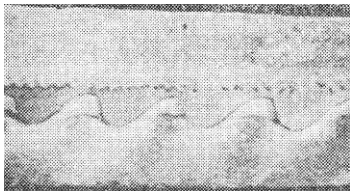


Slika 5. Spoj aluminijuma (0,9 mm) i legure aluminijuma (3 mm); zazor – gornji – 3 mm, donji – 0,9 mm

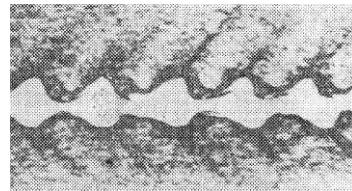


Slika 6. Spoj aluminijuma (0,9 mm) i legure aluminijuma (3 mm); zazor 3 mm

U višeslojnim materijalima koji se sastoje od aluminijuma i njegovih legura uočeno je nekoliko interesantnih pojava. Na slici 6 prikazan je presek uzorka od dva sloja - veće debljine od legure aluminijuma i manje debljine od aluminijuma, sa međuslojem od čistog aluminijuma. Eksplozivno punjenje u tom slučaju bilo je na gornjoj površini ploče koja se ubrzava (odbacuje). Na površini zavarivanja bližoj eksplozivnom punjenju talasnost je manja nego na drugoj strani. Na slici 7 vidi se rezultat pokušaja da se dobije relativno isti stepen talasnosti sa obe strane površine zavarivanja, tako što se eksploziv postavlja na obe površine ploča. U tom slučaju kada se postiže potpuna sinhronizacija detonacije oba eksplozivna punjenja, tj. kada ravanska simetrija srednje ploče ima ulogu čvrste osnove za obe ploče, dobijeni su talasi jednakih parametara.



Slika 6. Pojava međusloja pri zavarivanja Al i njegovih legura



Slika 7. Dobijanje iste talasnosti sa obe strane zavarivanja eksplozijom

4. ZAKLJUČAK

Ispitivane su površine spojeva u višeslojnim kompozitnim materijalima dobijene zavarivanjem eksplozijom ploča od istog ili različitih metala. Konstatovano je da se veličina talasa na površini spoja smanjuje po meri udaljavanja od eksplozivnog punjenja. Potvrđeno je da su dužina i amplituda talasa na površini spoja u prvoj aproksimaciji linearno zavisne od disperzije kinetičke energije pri sudaru.

Analizirani fizički model zasniva se na određenim zakonitostima i omogućava predikciju dužine talasa na površini spoja više ploča. Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa eksperimentalnim rezultatima.

5. LITERATURA

- [1] Deribas, A. A., Fizika upročnenija i svarki vzryvom, Nauka, Novosibirsk, 1972.
- [2] Blazynski, T., El-Sobky, Proc. 5th Int. Conf. on High Energy Rate Fabrication, Denver, 1975.
- [3] Blazynski, T., El-Sobky, Proc. 3rd Int. Symp. on Explosive Working of Metals, Czechoslovakia, 1976.
- [4] Wright, E. S., Levitt, A. P., Composite Materials, Vol. 4, Academic Press, 1974.
- [5] Meyers, M. A., Murr, L. E. (eds.), Shock Waves and High-Strain-Rate Phenomena in Metals, Plenum Press, New York, 1983.
- [6] Murr, L. E., (ed.), Shock Waves for Industrial Applications, Noyes Publications, Park Ridge, New Jersey, 1988.

S u m m a r y

In this paper analyze a specific situation in which two metal plates welding by explosion. The simple methodology is applied in investigation the form and the characteristics of wave (the length and the amplitude) on the welding boundary. The good correlation between theoretical and experimental results is obtained.



B. Radičević¹, Z. Petrović²

POVIŠENJE POUZDANOSTI HIDRAULIČKIH SISTEMA PRIMENOM POSTUPKA REGENERACIJE ULJA

REZIME

Povećanje pouzdanosti hidrauličkih sistema moguće je ostvariti mnogim tretmanima preventivnog održavanja hidrauličkog fluida. Ovi tretmani zasnovani su na praćenju stanja fizičkih i hemijskih karakteristika fluida i eliminaciji mehaničkih nečistoća. Cilj je održati visoku stabilnost hidrauličkog fluida u svim uslovima eksploatacije. Primena regeneracije hidrauličnih ulja daje mogućnosti produženja životnog ciklusa, uštedu novca i rešavanje ekoloških problema. Za primer su korišćeni podaci iz eksploatacije hidraulične prese za period od tri godine i to kada je ulje regenerisano i kada nije.

1.0 UVOD

Iskustva u održavanju hidrauličkih sistema pokazuju da je kontaminacija fluida najčešći uzrok otkaza. Kontaminacija radnog fluida obuhvata prisustvo čvrstih čestica, vode, vazduha, hemijskih jedinjenja a ponekad i mikroorganizama. U širem smislu kontaminacija fluida obuhvata i promenu njegovih fizičko-hemijskih osobina (viskoznost, sadržaj baznih materija, nivo oksidacije). Korisnici hidrauličkih fluida danas su sve zahtevniji što se tiče kvaliteta fluida i skupa sa proizvođačima definišu aditive i zahteve za pojedinim parametrima, tako da se kvalitet hidrauličkih fluida stalno unapređuje, što u praksi daje vidljive rezultate. Savremene hidrauličke sisteme karakterišu vrlo visoki pritisci, uske tolerancije dodirnih površina elemenata pumpi, motora, ventila i drugih komponenti.

Najveći uticaj na pouzdanost hidrauličkih komponenti ima prisustvo čvrstih čestica i taloga koje prouzrokuju abrazivno habanje. Prema izveštaju kompanije VICKERS[1], od ukupnog broja otkaza uzrokovanih kontaminacijom radnih fluida, 90% otpada na delovanje abrazivnog habanja čvrstim česticama, pa je koncept proaktivnog održavanja hidrauličkih fluida usmeren prvenstveno na kontrolu i ograničavanje sadržaja čestica u radnom fluidu, i kontroli njegovih osnovnih fizičko hemijskih parametara. U postupku praćenja kvaliteta fluida definisana su dva nivoa ispitivanja fluida na osnovu kojih se određuje stanje fluida u sistemima i potreba za njihovom zamenom.

2.0 REGENERACIJA HIDRAULIČKIH ULJA

Karakteristike maziva posledica su izmene hemijskog sastava i uslova pod kojima mašina funkcioniše. Specifičnost upotrebljavanog ulja je u činjenici, da je istovremeno i veoma veliki i opasan zagađivač čovekove radne i životne sredine, a takođe i značajna sekundarna sirovina, po svojoj upotrebnoj vrednosti. U najvećem broju slučajeva uzročnik otkaza u hidrauličkim sistemima je kontaminacija radnog fluida. Brojni su razlozi za vršenje regeneracije ulja: ušteda pri nabavci novih ulja, doprinos očuvanju ekološke sredine, odstranjivanje uzroci koji izazivaju oštećenja mašinskih elemenata, ušteda prilikom ispuštanja, manipulacije skladištenja i uništavanja otpadnih ulja, a sve zbirno ima za posledicu smanjenje vremena zastoja u proizvodnji i povećanje pouzdanosti mašinske i druge opreme.

Upotrebljavana, istrošena ili otpadna ulja su sve sinonimi za materijal koji predstavlja obavezan otpad i neprijatnog pratioca savremene industrije. Uz pomoć savremenih tehnoloških rešenja istrošena ulja već duži vremenski period predstavljaju dragocenu sekundarnu sirovinu iz koje se postupcima regeneracije (reciklaže; rerafinacije) dobijaju bazna ulja.

¹ Branko Radičević, dipl. maš. inž, Mašinski fakultet Kraljevo, tel. 036/336-866, e-mail: radicevic.b@maskv.edu.yu

² dr Zoran Petrović, dipl. maš. inž, Mašinski fakultet Kraljevo, tel. 036/336-866, e-mail: petrovic.z@maskv.edu.yu

Procesi reciklaže koriste metode koje spadaju u rafinerijsku tehnologiju uz manje ili veće modifikacije.

U principu, zadatak ove tehnologije je naravno, da se odgovarajućim procesima i hemijskim postupcima, pod određenim uslovima izvrši razdvajanje upotrebljivih hemijskih jedinjenja od onih koja su nekorisna i štetna, a čine konstituente jednog upotrebljavanog ulja.

U tom smislu, a sa aspekta ciljeva koji se mogu realizovati kod tretiranja istrošenih ulja, sva hemijska jedinjenja prisutna u ulju, uslovno se mogu podeliti na sledeće grupe:

- jedinjenja koja se moraju nakon tretmana zadržati u krajnjem proizvodu bez izmene hemijskog sastava
- jedinjenja koja se moraju posebnim tretmanom oplemeniti i zadržati u krajnjem proizvodu
- jedinjenja koja se moraju razgraditi i stabilizovati pa zadržati u krajnjem produktu
- jedinjenja koja se moraju obavezno izdvojiti i odstraniti iz krajnjeg proizvoda bez obzira na način i oblik

Da bi se obezbedili ovakvi efekti, potrebno je raspolagati tačno određenom tehnologijom prerade, koja se mora voditi po precizno utvrđenim režimima na postrojenjima koja obezbeđuju željene efekte.

Kod hidrauličkog fluida ispituju se osnovne fizičko-hemijske karakteristike i definiše se gornja i donja granična vrednost ispitivanih karakteristika koje još uvek obezbeđuju optimalno funkcionisanje. Veličina odstupanja definiše se u odnosu na nominalnu vrednost ispitivane karakteristike koja je propisana standardom, ili u odnosu na deklarisanu vrednost od strane proizvođača fluida.

U slučaju da se jedna ili više karakteristika nađu van dozvoljenih granica, procenjuje se da stanje fluida ne zadovoljava propisane uslove za dalju eksploataciju i donosi se odluka o regeneraciji ulja, ili o totalnoj zameni.

Obrađeni podaci, koji su vezani za reciklažu ulja odnose se na presu HVO-2-250 proizvođača "Litostroj" - Ljubljana, koja se nalazi u Fabrici elektrotermičkih proizvoda "Magnohrom" d.p.- Kraljevo. Analizom uzoraka ulja prate se parametri koji su prikazani u tabeli br. 1.

Tabela 1. Aaliza uzoraka hidrauličkog ulja pre i posle postupka regeneracije

Karakteristika	Metoda	Nominalna vrednost	Dozvoljeno odstupanje	Pre regeneracije	Posle regeneracije
Viskozitet na 40°C [mm ² /s]	ISO 3104, ASTM D 445	46	±4,6	41.20	44.30
Količina vode [%]	JUS B .H8.150, DIN 51777	0,00	+0,1	0.15	0.013
Količina mehaničkih nečistoća po klasi	NAS 1638, ISO 4406	max 9	±2	14/11	12/9
Neutralizacijski broj [mg KOH/g]	ASTM D 664, JUS ISO 6618, JUS ISO 6619	0,50	+0,05	1.08	0.46
Tačka paljenja, [°C]	ISO 2592	190	±20	188	200
Količina gasova %	DIN 51381	0.2 vol. %	-	1.8	0.2
Izgled	-	-	-	Mutno braon	Narandžasto bistro

3.0 ANALIZA POUZDANOSTI HIDRAULIČKOG SISTEMA

Pod pouzdanošću se podrazumeva osobina objekta da obavlja zadate funkcije, čuvajući u vremenu, utvrđene eksploatacione pokazatelje u zadatim granicama koje odgovaraju zadatim režimima i uslovima korišćenja tehničkog održavanja i transportovanja. Pouzdanost se može odrediti ako je utvrđen objekat i njegova namena, ako su zadati režimi i uslovi njegove eksploatacije prilikom primene, ako su određeni eksploatacioni pokazatelji za svaki režim eksploatacije, a takođe i dozvoljene granice njihove primene.

Nepouzdana mašina neće moći efikasno da funkcioniše jer svaki njen prekid zbog oštećenja posebnih delova ili elemenata ili smanjenja tehničkih karakteristika ispod dozvoljenog nivoa, povlači za sobom velike materijalne štete. Eksperimenti pokazuju da u čitavom periodu eksploatacije, troškovi održavanja u vezi sa gubitkom radne sposobnosti u procesu eksploatacije, po pravilu, nekoliko puta, a ponekad i za čitav iznos premašuju vrednost novih mašina.

Pouzdanost hidrauličkog sistema prese HV-2-250 je posmatrana za period od tri godine, s tim što svaka godina predstavlja novi radni ciklus hidrauličkog fluida. Potrebno je naglasiti da prve godine (2000.) nije vršena regeneracija ulja, a 2001. i 2002. jeste.

Predpostavlja se da je pouzdanost na početku svakog ciklusa jednaka jedinici ($R=1$), a tokom vremena je praćena njena promena.

Usvaja se šest intervala, što odgovara vremenskom intervalu $\Delta t = 2$ meseca.

Funkcija pouzdanosti se određuje prema:

$$R(t) = 1 - N(t)/n \quad [1] \quad (1)$$

gde je: n – ukupan broj posmatranih elemenata u trenutku $t=0$

$N(t)$ – ukupan broj stanja u otkazu

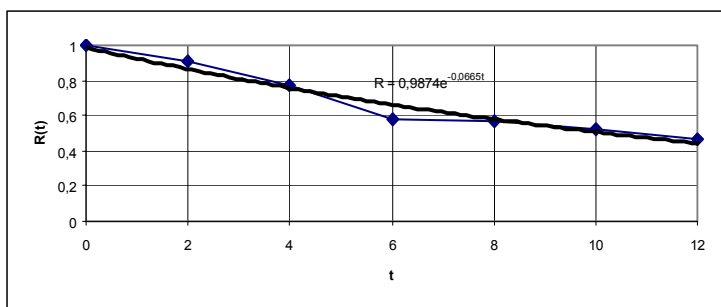
Tabela 2. Elementi funkcije pouzdanosti

2000. god.				2001. god.				2002. god.			
t [mes.]	N(Δt)	N(t)	R(t)	t [mes.]	N(Δt)	N(t)	R(t)	t [mes.]	N(Δt)	N(t)	R(t)
0	0	0	1	12	0	0	1	24	0	0	1
2	6	6	0.908	14	1	1	0.985	26	1	1	0.985
4	9	15	0.769	16	7	8	0.877	28	5	6	0.908
6	12	27	0.585	18	6	14	0.785	30	0	6	0.908
8	1	28	0.569	20	0	14	0.785	32	0	6	0.908
10	3	31	0.523	22	2	16	0.754	34	7	13	0.8
12	4	35	0.461	24	2	18	0.723	36	0	13	0.8

$N(\Delta t)$ – broj stanja u otkazu po intervalima

Ako se funkcija pouzdanosti aproksimira nekom od teorijskih funkcija raspodele, dobiće se tri eksponencijalne raspodele za svaku od godina respektivno:

$$R_{2000} = 0.9874e^{-0.0665t} ; R_{2001} = 1.4093e^{-0.0289t} ; R_{2002} = 1.6058e^{-0.0194t}$$

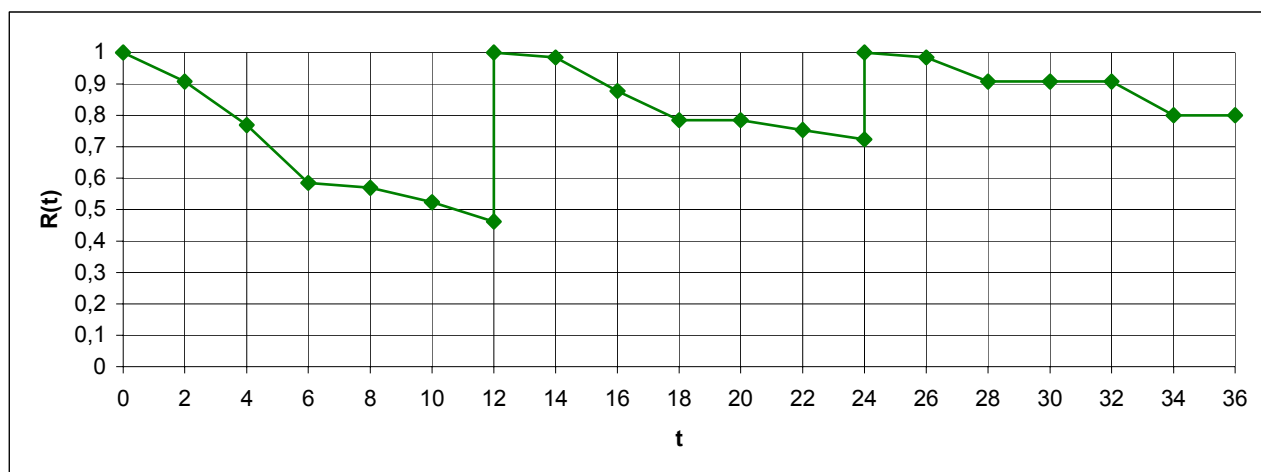


Slika 1. Teorijska funkcija pouzdanosti za 2000. god.

Posmatrano po godinama ukupno vreme u otkazu (T_{uo}) se može predstaviti sledećom tabelom:

2000.god.	2001.god.	2002.god.
53.67 [h]	34.33 [h]	14.92 [h]

Na osnovu podataka iz tabele 2 funkcija pouzdanosti se može predstaviti grafički.



Slika 2. Funkcija pouzdanosti hidrauličkog sistema

Posmatrajući trogodišnji period, primećuje se povišenje pouzdanosti hidrauličkog sistema sa vrednosti $R=0.461$ na kraju 2000. godine, na vrednost $R=0.8$ na kraju 2002. godine. Pošto su svi drugi parametri održavanja za taj period bili približno isti, proističe zaključak da je povišenje pouzdanosti posledica vršenja regeneracije hidrauličnog ulja početkom 2001. i 2002. godine.

4.0 ZAKLJUČAK

U radu je pokazan uticaj regeneracije hidrauličkih ulja na pouzdanost hidrauličkih sistema. Hidraulična presa HV-2-250 u fabrici elektrotermičkih proizvoda "Magnohrom"- Kraljevo analizirana je u periodu od tri godine, s tim što do 2000. godine nije vršena regeneracija ulja, za razliku od ostale dve godine. Već prve godine, nakon regeneracije, primetno je povišenje pouzdanosti za 26%, a sledeće za još 8%, što ukazuje na trend povišenja pouzdanosti hidrauličkog sistema, a samim tim i ukupne pouzdanosti prese. U odnosu na 2000.god. ukupna vremena u otkazu su smanjena za 36% u 2001. , i 72% u 2002. godini što pokazuje veliki značaj primene regeneracije ulja.

5.0 LITERATURA

- [1] Adamović Ž., Stojković B., Jankov G., "Pouzdanost i dijagnostika hidrauličkih sistema", OMO, Beograd, 2002.
- [2] Grupa autora, "Maziva i podmazivanje", JUGOMA, Zagreb, 1986.
- [3] R. Stojčinović, J. Blagojević, "Preventivno održavanje i unapređenje kvaliteta hidrauličkih fluida", Zbornik radova, Seminar hidraulike i pneumatike 2002, Vrnjačka Banja.

ABSTRACT

The increase of reliability of hydraulic systems can be attained by many preventive maintenance treatments of hydraulic fluid. These treatments are based on condition monitoring of physical and chemical fluid characteristics, and elimination of mechanical particles. The intention is to retain high stability of hydraulic fluid in all conditions of exploitation. The application of hydraulics oil regeneration gives possibility to prolong lifecycle, save money and solve ecological problems. Data from exploitation of a hydraulic press in three years period, when oil was regenerated and not regenerated, are used for example.



Mr M. Radovanović, S. Đurić, mr S. Veselinović, M. Veljković¹

NEKE OD MOGUĆNOSTI REVITALIZACIJE OBRADNIH SISTEMA²

Rezime

Imajući u vidu materijalni položaj mnogih proizvodno poslovnih sistema, zastarelost opreme, neispravnost obradnih sistema, oštećenja i odsutnost funkcija svrsishodna su razmišljanja o modusima za revitalizaciju i reinžinjerung vitalnih kapaciteta. U ovom radu je dat pregled nekih od mogućih rešenja revitalizacije obradnih sistema, kao i efekti koji se pri tom postižu. Neka od ovih rešenja sa uspehom "žive" u IMK "14.oktobar" AD Kruševac dajući solidne rezultate.

UVOD

Zbog uslova u kojima je radila jugoslovenska privreda zadnjih petnaestak godina došlo je do velikog zaostajanja u praćenju tehnološkog razvoja u svetu i propadanja postojećih proizvodnih kapaciteta. Ovome su doprineli: izolacija zemlje na svim poljima, ekonomska blokada, ratna dejstva i odliv kadrova. Posebno, zbog ekonomskih sankcija i nemogućnosti nabavke rezervnih delova za vitalnu opremu najsavremeniji obradni sistemi usled neispravnosti nisu više u funkcionalnom stanju. Dobar deo opreme je tehnološki zastareo, a komponente i rezervni delovi se ne proizvode za njih. U međuvremenu, ravijene su nove generacije opreme i uređaja. Sredstava za nabavku nove opreme nema, a svetsko tržište koje se otvara postavlja nove standarde u pogledu kvaliteta i cene proizvoda, kao i uslova transfera i dislokacije proizvodnje na istok Evrope. U radu je dat prikaz mogućih rešenja revitalizacije obradnih sistema u preduzećima mašingradnje.

MOGUĆA REŠENJA REVITALIZACIJE OBRADNIH SISTEMA

U zadnjih petnaestak godina iskorišćenje raspoloživih proizvodnih kapaciteta sveo se na minimum. Ovo je posebno karakteristično za preduzeća u oblasti prerade metala, tzv metalskom kompleksu. Kapaciteti u ovoj oblasti korišćeni su sa 10 do 40 %. Vitalni obradni sistemi su bili nekorisćeni, neraubovani, ali su tehnološki zaostajali. To se posebno odnosi na upravljačke, merne i pripremne uređaje i jedinice obradnih sistema. U svetu su usvojeni i primenjuju se novi standardi u proizvodnji. Sve češće se nude tzv lon poslovi koji podrazumevaju samo rad. Dokumentacija se dobija na elektronskim medijima, u elektronskom obliku. Partneri nude gotove upravljačke programe, koje često nismo u situacija da sa opremom kojom raspolažemo koristimo na pravi način.

¹ Mr Milovan Radovanović, dipl.inž.maš. IMK "14.oktobar" AD Kruševac, 37000 Kruševac, "14.oktobra" 2; Sava Đurić, dipl.inž.maš., mr Svetlana Veselinović, dipl.inž.maš. i Milorad Veljković, dipl.inž.maš. Institut IMK "14.oktobar" Kruševac, 37000 Kruševac, "14.oktobra" 2

² Rad je nastao u okviru projekta: "Integrisane tehnologije i informatički reinžinjerung za nove i poboljšane proizvode inovacionog preduzeća" čiju realizaciju sufinasira MNTR RS

U radu je načinjen pokušaj da se da pregled nekih od mogućih rešenja da se raspoloživi obradni sistemi povrate u ispravno stanje, a tamo gde mogućnosti to dozvoljavaju prevedu u generacijski napredniji obradni sistem.

Pri revitalizaciji obradnih sistema sled aktivnosti je sledeći:

- Utvrđivanje stanja obradnog sistema i donošenje odluke, na osnovu nalaza, da li se sistem otpisuje ili revitalizuje;
- Ispitivanje tržišnih mogućnosti za nabavku rezervnih delova i komponenti, ili adekvatnih zamena za one komponente koje se više ne mogu nabaviti;
- Projektovanje novih rešenja revitalizacije obradnog sistema i izrada neophodne dokumentacije;
- Prilagođavanje postojećeg obradnog sistema novim komponentama i delovima;
- Remont, revitalizacija obradnog sistema;
- Testiranje, probni rad obradnog sistema, otklanjanje eventualnih nedostataka i njegovo uključivanje u proizvodnju.

Na ovaj način se koriste bazični sklopovi i komponente obradnih sistema, kao što su postolja, stubovi, obrtni stolovi, kućišta, transmisije, motori, jednom rečju mehanički i pogonski sistemi, a zamenjuju se i ugrađuju novi upravljački i merni i kontrolni sistemi ili habajući elementi obradnih sistema.

U radu su dati primeri nekoliko rešenja revitalizacije obradnih sistema koje su planirane ili izvedene u IMK “14.oktobar” AD Kruševac.

Revitalizacija poluautomata za zavarivanje MIG/MAG postupkom

Poluautomati za elektrolučno zavarivanje u zaštitnoj atmosferi gasova topivom žičanom elektrodom (MIG/MAG postupak zavarivanja) satoje se od sledećih komponenti:

- Izvora struje - ispravljača;
- Dodavača žice i
- Polikabla – crevnog paketa za pištoljem za zavarivanje

Izvori struje su po pravili “neuništivi”, dok najčešće stradaju dodavači žice, a polikabli su potrošne habajuće komponente. Uz prilagođavanje priključnih konektora novim dodavačina žice, jer se najčešće više ne proizvode stari modeli, uz ulaganja od otprilike 35% od vrednosti novih uređaja, poluautomata za zavarivanje MIG/MAG postupkom, dobijaju se praktično novi uređaji.

Na slici 1 prikazan je jedan revitalizovan poluautomat, kod koga je na izvor struje LDA-400 proizvodnje “Uljanik” Pula ugrađen dodavač žice “WF 41” proizvodnje “BMV” iz Pule, koji sa uspehom radi u proizvodnim pogonima IMK “14.oktobar” AD Kruševac.

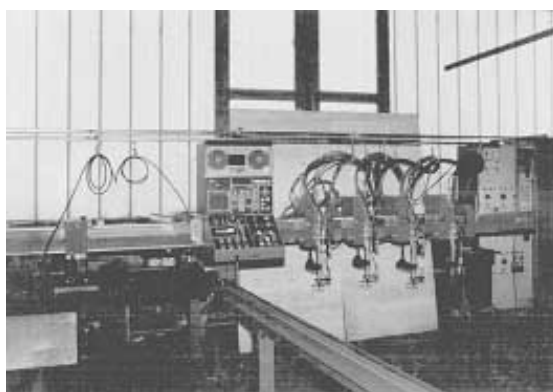


Slika 1.Revitalizovan poluautomat u IMK “14.oktobar” AD Kruševac

U ovom preduzeću, u prethodnom periodu izvršena je unifikacija uređaja za zavarivanje, tako da su automati za zavarivanje MIG/MAG postupkom uglavnom proizvodnje “Uljanjik”-a iz Pule koji ih je izrađivalo po licenci “Esab”-a iz Švedske, izvori struje za zavarivanje REL postupkom uglavnom proizvodnje “Rade Končar”-a iz Skoplja. Od preko 200 poluautomata za zavarivanje MIG/MAG postupkom najveći broj je bio neispravan. Na veoma dobre izvore struje uz neophodna prilagođavanja ugrađivani su dodavači žice “GAL 97“ proizvodnje “Galeb” iz Šapca i “CW 81” proizvodnje “Rade Končar” iz Skoplja, a u toku su radovi na ugradnji dodavača “WF41” proizvodnje “BMV” iz Pule koji je nastao u toku restrukturiranja i transformacije “Uljanika” iz Pule. Takođe, novi dodavači žice poseduju tzv EURO priključke za polikablove, pa je veoma jednostavno priključiti bilo koji polikabli, mada se najčešće ugrađuju “Binzel”-ovi polikabli, koji spadaju u sam svetski vrh. Dosada je na ovaj način revitalizovano tridesetak poluautomata. Sa ulaganjima koja iznose približno 1/3 cene novog uređaja dobija se pouzdan poluautomat izvanrednih karakteristika.

Uređaji za gasno sečenje

Izrada zavarenih konstrukcija najčešće započinje izradom detalja od limova koji se gasno seku. Najčešće, sečenje se izvodi gasnim, a ređe plazma i laserskim postupkom. Strani partneri sve češće dostavljaju crteže i upravljačke programe putem elektronskih medija. Kod nas postoji mali broj CNC upravljanih mašina za sečenje limova. Najčešće se primenjuju mašine za gasno sečenje sa fotoskopskim (fotoelektričkim) vođenjem pomoću šablona/cртеža. Ugradnja CNC upravljačke jedinice na postojeće mašine sa fotoskopskim vođenjem staje približno 10.000 EURO-a čime se dobija generacijski nova mašina. Ovakve revitalizacije obradnih sistema za gasno sečenje izvode firme “Rade Končar” iz Skoplja i “UNICUT” iz Pule. Generalni remont mašine za gasno sečenje uz ugradnju CNC upravljačke jedinice, prema ponudama, iznosi dvadesetak hiljada EURO-a i imajući u vidu kvalitet i uštede koje se pri tom postižu, investicija se isplaćuje veoma brzo. Na slici 2. prikazana je mašina za gasno sečenje sa fotoskopskim vođenjem na kojoj je ugrađena i CNC upravljačka jedinica.



Slika 2. Mašina za gasno sečenje sa fotoskopom i ugrađenom CNC jedinicom

IMK “14.oktobar” AD Kruševac poseduje dvanaest mašina za gasno sečenje limova sa fotoskopskim vođenjem pomoću šablona u obliku crтеža, koje su stare i preko petnaestak godina i zahtevaju generalni remont. U toku su pripreme aktivnosti za njihovu revitalizaciju uz ugradnju CNC upravljačke jedinice čime će se znatno poboljšati njihove tehnološke karakteristike uz podizanje nivoa kvaliteta i produktivnosti i snižavanje cene koštanja jedinice proizvoda uz olakšanje i ubrzanje transversa proizvodnje.

Obradni centri i druge CNC upravljane mašine

Obradni centri za obradu korpusnih delova različitim postupcima mehaničke obrade skidanjem strugotine (struganjem, glodanjem, bušenjem, ...), kao i druge CNC upravljane mašine (strugovi, glodalice, brusilice, laserski sistemi, erozimati, starijeg datuma proizvodnje kao nosioce informacija za upravljačke programe imale su bušenu traku. Programi su rađeni u mašinskim programima na posebnim računarskim sistemima koje su razvijali proizvođači mašina alatki ili njihovi superti, koji su za njihove potrebe razvijali specijalne

jezike i softvere za izradu upravljačkih programa. Mnoge od ovih firmi više ne postoje, nemoguće je obezbediti komponente za programska radna mesta (procesore, bušače trake, itd.), a isto tako i komponente za upravljačke jedinice na mašinama (štampane ploče, elektronske komponente, čitače bušene trake, itd.). Stoga su mnoge od ovih mašina van funkcije. Svrishodno je razmišljati o načinu na koji razmišljaju i rade proizvođači alatnih mašina na zapadu, koji otkupljuju alatne mašine iz firmi na istoku koje se nalaze u procesu tranzicije, generalno ih remontuju i opremaju savremenim upravljačkim, kontrolnim i mernim sistemima pretvarajući ih u obradne sisteme najnovije generacije i prodajući ih po cenama od 30 do 50 % cene novih mašina.

Za postojeću opremu sa upravljačkim jedinicama sa bušenom trakom moguće je uraditi neophodne adaptacije interfejsa i izraditi pokretne pultove sa upravljačkim jedinicama na bazi PC kod kojih se koriste elektronski nosioci informacija, a za izradu upravljačkih programa koriste se standardni programi sa odgovarajućim postprocesorima. Ovakav jedan pult bi mogao da opslužuje grupu mašina na jednoj liniji ili u jednom manjem pogonu. Ovaj pristup revitalizacije obradnih sistema je i jedna od aktivnosti u okviru projekta "Integrirane tehnologije i informatički reinžinjeri za nove i poboljšane proizvode inovacionog preduzeća", čiju realizaciju sufinansira Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Imajući u vidu ekonomsku situaciju i započet proces tranzicije u našoj zemlji nije realno očekivati značajnija ulaganja u novu opremu, ali zato treba težiti da se revitalizacijom postojeće opreme obezbedi istovremeno i generacijsko sustizanje savremenih obradnih sistema. Stoga su svrshodne aktivnosti u reinžinjeri preduzeća uključujući i revitalizaciju postojećih obradnih sistema. Prema dosadašnjim domaćim i svetskim iskustvima moguće je uz ulaganja u remont i opremanje obradnih sistema savremenim upravljačkim, kontrolnim i mernim komponentama i alatima postići zahtevani kvalitet, produktivnost i cenu u skladu sa zahtevima svetskih standarda. Uz ulaganja od 30 – 50 % vrednosti nove opreme moguće je dobiti savremeni obradni sistem najnovije generacije.

LITERATURA

1. Dr Ž.Spasić, dr LJ.Dimitrijević-Marković, dr M.Pilipović, Informaciona integracija preduzeća, CIM Integracija menadžmenta i kvaliteta, Naučna knjiga, Beograd, 1994.
2. Dr V.Milačić, Proizvodni sistemi I, Tehnologija inovacija, Mašinski fakultet Beograd, Beograd, 1986.
3. Dr V.Milačić, Proizvodni sistemi I, Uvod u teoriju proizvodnih sistema, Sistem analiza, Informacioni sistemi, Mašinski fakultet Beograd, Beograd, 1989.
4. Mr P.Dašić, dr M.Radovanović, Zbornik radova sa naučno stručnog skupa "Stanje i perspektive istraživanja i razvoja u hemijskoj i mašinskoj industriji, Knjiga 1, Mašinstvo, Fakultet za fizičku hemiju Beograd, Institut IMK "14.oktobar" Kruševac, Viša tehnološko tehnička škola Kruševac, Kruševac, 2001.
5. Mr P.Dašić, dr M.Radovanović, Zbornik radova sa II međunarodne konferencije RaDMI 2002 "Istraživanje i razvoj u mašinskoj industriji" knjiga 3., Institut IMK "14.oktobar" Kruševac, HIP "Prva petoletka Trstenik, Viša tehnička mašinska škola Trstenik, Vrnjačka Banja, 2002.

THE POSSIBILITIES OF REVITALIZATION IN PROCESSING SYSTEMS

Summary

Having in mind material position of many business production systems, obsolescence of equipment, malfunction in processing system, damages, absence of functions, the thought about revitalization and re-engineering of vital capacity. In the paper work is given. Review of possible solutions for revitalization of processing systems, as well as effects which could be reached. Some solutions "survives" with success in IMK "14.oktobar" AD giving reliable results.

R. Slavković¹, M.Rnjaković²

NEKE KARAKTERISTIKE TEHNOLOGIJE IZRADE PLOČASTIH NOŽEVA ZA MLEVENJE PAPIRNE MASE

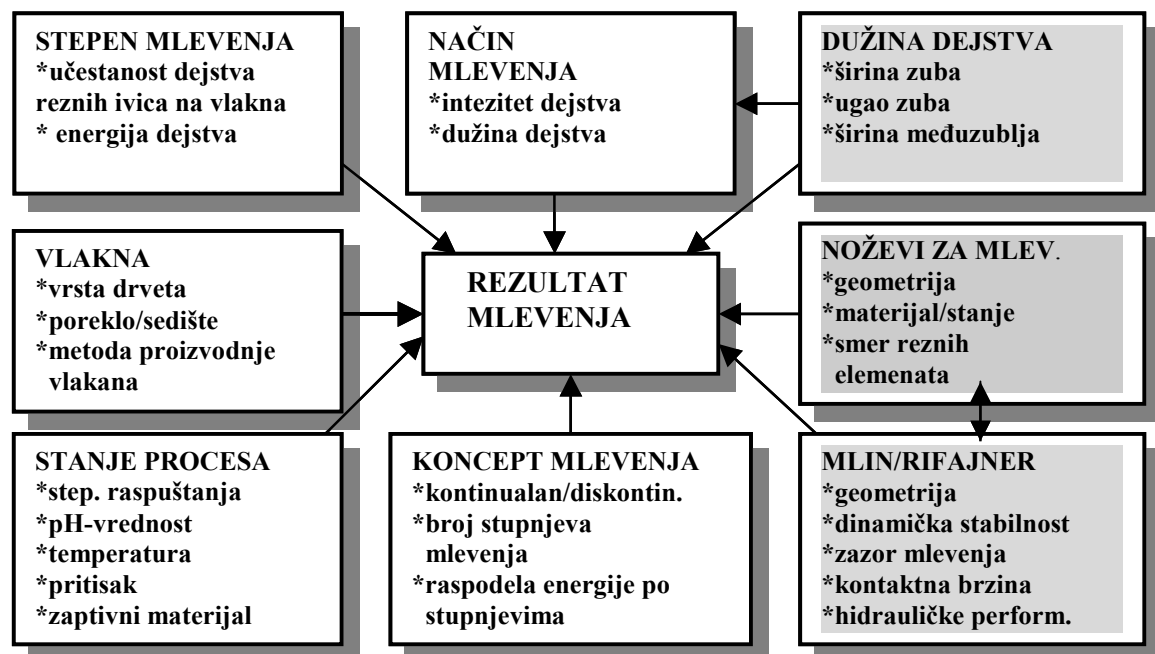
Rezime

U radu je dat osvrt na uticajne faktore koji opredeljuju kvalitet mlevenja papirne mase u industriji papira i celuloze. Takođe je dat osvrt na konstrukcione oblike noževa u tehnologiji pripreme papirne mase uz definisanje osnovnih geometrijskih veličina reznih elemenata pločastih noževa. Poseban osvrt je dat na tehnologiju livenja pločastih noževa, koji imaju sve širu primenu za mlevenje papirne mase.

1. UVOD

Mlevenje vlakana je jedna od najvažnijih faza mehaničko-hemijske obrade vlaknaste mase i direktno utiče na kvalitet krajnjeg proizvoda – papira. U zavisnosti od sirovine koja se melje i zahteva za kvalitetom krajnjeg proizvoda, definiše se tehnologija mlevenja. Na tehnološke i energetske rezultate mlevenja utiče intezitet i učestanost dejstva reznih elemenata na vlakna, pri čemu je stepen mlevenja najviše zavistan od vremena zadržavanja vlakana u procesu. Mlevenje u tehnološkom procesu pripreme papirne mase diktira mehanička i optička svojstva papira, reguliše razvlakljenost mase i udeo dugih i kratkih vlakana u papiru.

Veoma je značajno upravljati specifičnom potrošnjom energije (KWh/t – utrošak energije po toni mase vlakana), koja zavisi od niza faktora uticajnih na rezultat mlevenja, među kojima bitnu ulogu ima skup faktora vezanih za mašinu i geometriju reznih elemenata, sl.1.



Sl.1 Uticajni faktori na rezultate mlevenja u tehnologiji proizvodnje papira

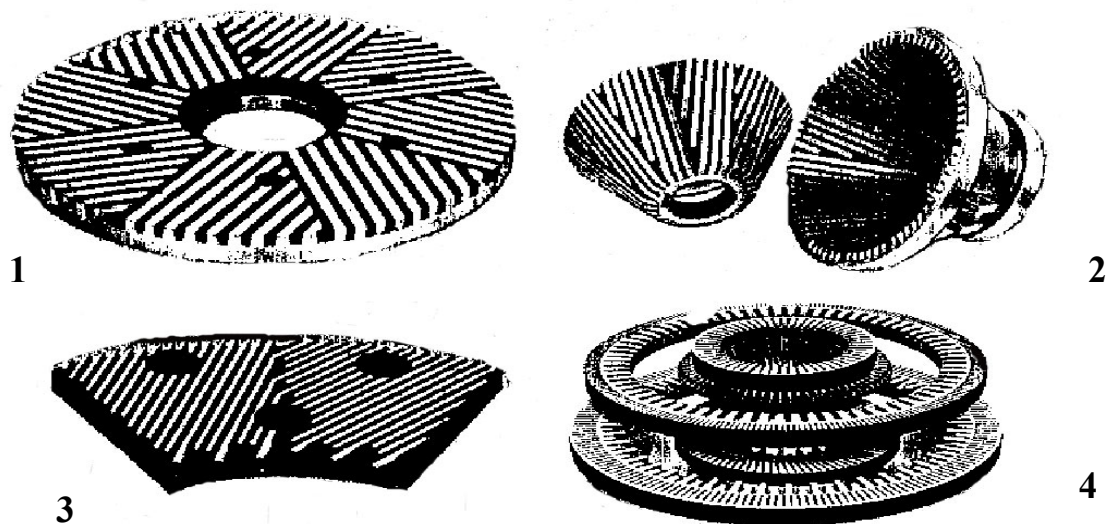
¹Dr Radomir V. Slavković, dipl.maš.ing., van.prof., Tehnički fakultet u Čačku, Svetog Save 65, 032/854 304

²Milorad Rnjaković, dipl.maš.ing., Industrijski kombinat "Guča", 032/854 224

Saopštenje je deo projekta **Razvoj tehnologije izrade reznih elemenata mlinova (rifajnera) u industriji papira i celuloze** koja finansira **Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj** Vlade Srbije

2. TEHNOLOŠKI OBLICI NOŽEVA ZA MLEVENJE PAPIRNE MASE

Obzirom na široku lepezu uticajnih faktora na rezultate mlevenja papirne mase sl.1, a imajući u vidu da papirna masa može imati različite tehničko-tehnološke karakteristike (zavisno od kvaliteta papira), to se u industrijskoj proizvodnji papira pojavljuju različita tehnološka rešenja navedenih noževa. Najčešće se sreću noževi raspuštači, konusni i pločasti noževi, dati na sl.2.



*Sl.2 Najčešća tehnološka rešenja noževa za mlevenje papirne mase
1-pločasti disk, 2 konusni nož, 3-segment pločastog diska, 4-enštiper*

Raspuštači: služe za disperziju i suspenziju suve ili odvodnjene papirne mase, uključujući stari otpadni papir kao i povratni papir iz proizvodnje. Izvode se kao primarni, sekundarni i dopunski raspuštači- enštiperi. Dopunski raspuštači uglavnom se koriste za razvlaknjivanje mase i odvajanje čvrstih uključaka, a naročito kod starog papira.

Konusni noževi: namena im je vrlo široka. Uglavnom se koriste za intezivno kraćenje i visok stepen fibrilacije (uzdužnog razdvajanja) vlakana.

Pločasti noževi: danas su sve više u upotrebi, ne samo za pripremu vlakana u proizvodnji papira i kartona nego i u proizvodnji poluceluloze. Zbog konstrukcionih, tehnoloških i ekonomskih prednosti sve više zamenjuju konusne noževe.

3. OSNOVNE TEHNIČKE KARAKTERISTIKE PLOČASTIH NOŽEVA

Specifični rad, sam po sebi nije dovoljan da sasvim tačno opiše proces mlevenja, a samim tim i da definiše učinak mlevenja. Kao posledica ovoga uvedena je karakteristična veličina koja dodatno izražava intezitet i frekvencu uticaja na vlakna pri mlevenju. Ova veličina je specifično ivično opterećenje SEL (Specific Edge Load) po Breht/Sivertu, (1),(2). Ova veličina je uvedena pošto se došlo do saznanja da ivice reznih elemenata noža imaju dominantnu ulogu u obradi vlakana. Na osnovu specifičnog ivičnog opterećenja definiše se osnovna geometrija pločastih noževa (ugao reznih elemenata- α , visina, širina reznih elemenata- h, b , kao i širina međuzublja- g) koja značajno utiče na stepen obrade vlakana.

Ostale značajne tehničke karakteristike pločastih noževa su: materijal, broj statorskih i rotorskih reznih elemenata- z_r, z_s , dužina rezne ivice- l , broj sektora, broj radnih zona, kao i smer reznih elemenata-**levi, desni**.

$$SEL = \frac{P_m}{L_s} \left[\frac{J}{m} \right] \quad (1)$$

$$L_s = z_r z_s l \frac{n}{60} \left[\frac{k_m}{s} \right] \quad (2)$$

gde je: P_m - snaga mlevenja, L_s -sekundarna dužina rezne ivice, z_r, z_s -broj reznih elemenata(zuba)rotora i statora, l -dužina rezne ivice.

U poslednjih desetak godina čine se naponi da se pri definisanju geometrije pločastih noževa uzmu u obzir i drugi faktori kao: specifično površinsko opterećenje, c-faktor, teorije tačke ukrštanja reznih elemenata i sl./1/.

Projektovana dužina reznih elemenata, kao i širina zuba i međuzublja definišu broj tačaka ukrštanja reznih elemenata, pa se sekundarna dužina rezne ivice i specifično ivično opterećenje definišu sa (3) i (4).

$$L_{sy} = L_{ss} \operatorname{tg} \alpha_s + L_{sr} \operatorname{tg} \alpha_r \quad (3)$$

Za indentičnu geometriju noževa rotora i statora redukovana specifična dužina reznih ivica i redukovano specifično ivično opterećenje je:

$$L_{sy} = 2L_s \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$

$$SEL_{\gamma} = \frac{P_m}{L_{sy}} \quad (5)$$

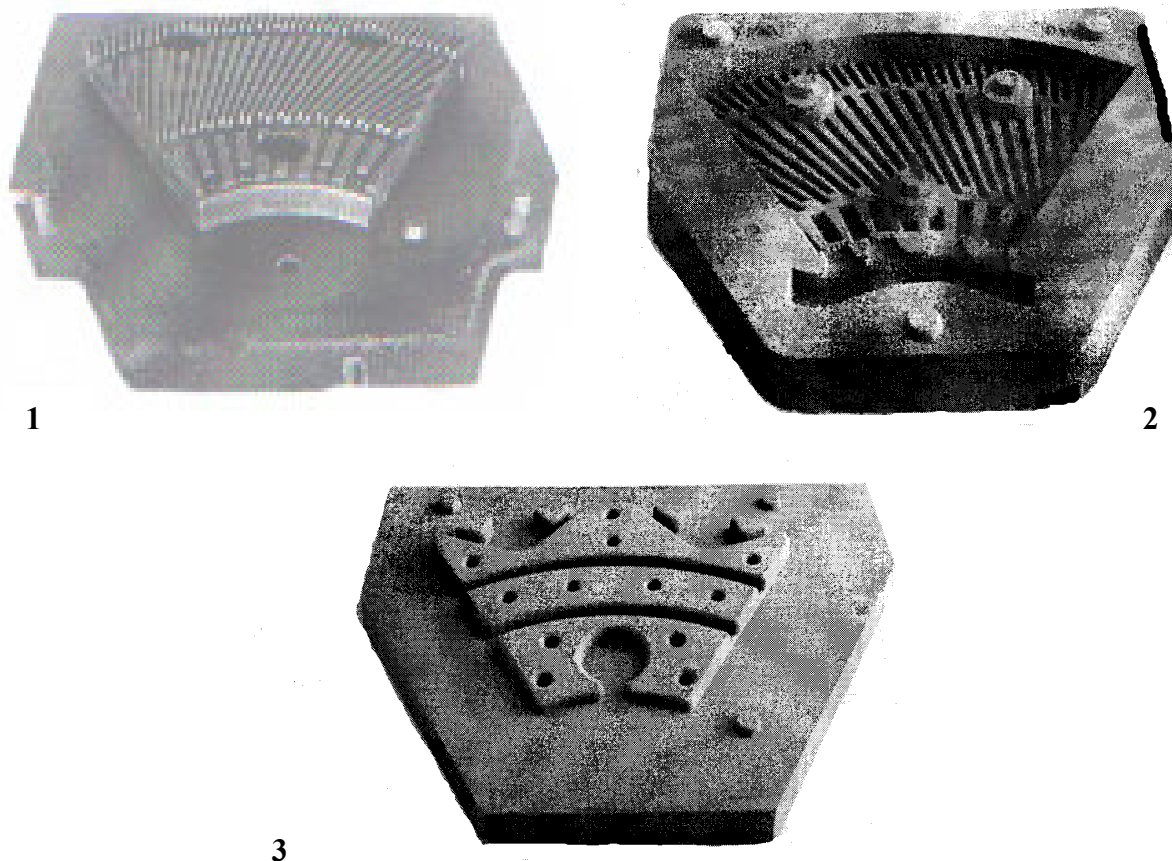
Ako se pri definisanju specifičnog ivičnog opterećenja uvede uticaj geometrije reznih elemenata (širina zuba i međuzublja – **b, g**), onda se uvodi pojam modifikovanog ivičnog opterećenja MEL (Modified Edge Load) pa za slučaj indentične rezne geometrije rotora i statora je,

$$MEL = \frac{P_m}{2L_s \operatorname{tg} \alpha \frac{b}{b+g}} \quad [J/m] \quad (6)$$

4. TEHNOLOGIJA IZRADE PLOČASTIH NOŽEVA

Tehnologija izrade pločastih noževa sastoji se od livenja, termičke obrade, mašinske obrade i uravnoteženja (dinamičko i statičko), /2/.

Liveenje pločastih noževa izvodi se u kalupima po Hot-Box postupku, odnosno pečenjem peska sa dodatkom smole (oko 4% smole) na temperaturi 300-400 °C u metalnim alatima. Na sl.3 dat je izgled alata, pešanih kalupa za ulivanje rastopljenog metala (rezna i ledna strana).



Sl.3 Alat za izradu formi po Hot-Box postupku pri izradi pločastog noža
1-alat za pečenje forme, 2-forma za oblikovanje rezne strane, 3-forma za oblikovanje ledne strane

Navedeni postupak koristi se za livenje odlivaka sa finijom mikropovršinom reznih elemenata, kako bi se izbeglo prekomerno zadržavanje vlakana na površini odlivka. U suprotnom za livenje istih, za izradu kalupa koristi se CO₂ postupak.

5. UMEMSTO ZAKLJUČAKA

U proizvodnji kvalitetnog i ekonomičnog papira, posebna pažnja poklanja se kvalitetu obrade vlakana kao i specifičnoj potrošnji energije. Iz tih razloga ova oblast je uvek pogodna za istraživanje u oblasti definisanja specifičnog (SEL) i modifikovanog ivičnog opterećenja (MEL) koji uzimaju u obzir uticaj geometrije reznih elemenata (ugao sečenja, širina zuba i međuzublja i sl.) na tehnologiju mlevenja. Pravilnim definisanjem ovih parametara obezbeđuje se efikasno strujanje mase u mlinu (rifajneru), tako da se na ovaj način specifična potrošnja električne energije može smanjiti i do 20%. Ovo zahteva da se obrati posebna pažnja kako na reznju geometriju tako i na materijal noževa za mlevenje koji je u mogućnosti da izdrži veoma teške termodinamičke uslove mlevenja. Sve ovo zahteva i pravu tehnologiju izrade navedenih noževa, pri čemu je jedna metodologija data u radu.

6. LITERATURA

- /1/ Meltzer, P.F., Rautenbach, R., Neue Möglichkeiten zur Vorherbestimmung des technologischen Mahlergebnisses, Voith Sulzer Papiertechnik, Sonderdruck aus " Das Papier", Nr.9, 1994, Seiten 578-583.
/2/ Slavković, R., Jugović, Z., Rnjaković, M., Istraživanje i razvoj pločastih noževa za mlevenje papira, 29. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, 19-20, septembar 2002. godine, Beograd

SOME CHARACTERISTICS OF TECHNOLOGY MANUFACTURING THE PANEL KNIVES FOR MILLING THE PAPER MASS

Summary

In this work is given review on the factors which determine quality of the milling the paper mass in the industry of the paper and cellulose. Review on the technological forms of the knives in the preparative technology of the paper mass with defining fundamental geometrical sizes of the cutters elements of knives also is given.

Special review is given on the technology of the casting panel knives which have day by day wider application for milling the paper mass.



M.Šljivančanin¹

PRIMENA LASERA U INDUSTRIJI OBRADJE KAMENA

Abstract

Primena lasera u industriji obrade kamena predstavlja značajnu novinu. Mnoge tehnološke operacije obrade kamena, pomoću lasera, još uvek se razmatraju i ispituju u laboratorijskim uslovima. CNC laserske mašine, na kojima se izvodi tehnološka operacija, osposobljene su laserom kao alatom za obradu projektovanih operacija. Radom je obuhvaćena analiza primene CNC laserskih mašina za izvodjenje projektovanih operacija, rezanja/sečenja, graviranja/urezivanja, oblikovanja, površinske obrade, a sve uz asistenciju lasera kao osnovnog alata za izvodjenje projektovanog procesa obrade. Laser kao alat za obradu i oblikovanje proizvoda od kamena predstavlja veliki napredak u osavremenjavanju industrije obrade proizvoda od kamena.

1. UVOD

Obrada kamena laserom zasniva se na primeni, oslobodjene, visokoskoncentrisane svetlosne energije dobijene indukcijom zračenjem iz optičkog kvantnog generatora, koja u dodiru sa površinom obratka topi i isparava materijal. Primena lasera, svakodnevno, doživljava ekspanziju što mu proširuje opseg primene, tako da se njegova primena u mnogim industrijama smatra nezamenjivim instrumentom-alatom primene. Njegova primena zauzela je značajno mesto u oblastima fizike, hemije, biologije, medicine, mašinogradnje, a naročito u području vojne industrije. Bolje rečeno ne postoji grana industrije gde laser, danas, nema primenu.

Obrada laserom je bezkontaktni proces obrade. Nema alata, alat je zamenjen laserskim snopom, nema sila rezanja, nema mehaničkih naprezanja, nema habanja, nema trošenja alata.

Najčešće primenjivi laseri, u industriji obrade kamena, su: YAG i CO₂. Rezanje/sečenje kamena može obavljati, kao i ostale operacije, pomoću pulsni i lasera kontinuiranog režima rada. Kontinuirani laseri ostavljaju relativno gladak rez [sl.1a)], a pulsni bušeći rupu do rupe ostavljaju rez nepravilnog oblika, odnosno sa izvesnom hrapavošću površine. Najčešće korišćeni gas, koji se koristi kao dodatni, je kiseonik. On reaguje egzotermički, u dodiru sa materijalom, stvarajući tako značajnu energiju koja se koristi za rezanje. Nadalje oksidira površinu materijala jako povećavajući apsorpciju laserske energije i tako odstranjuje istopljeni oksid iz reza. Varijacijom mlaznice može se menjati i profil reza, tako da se dobije rez paralelnih zidova. Širina reza se kontroliše širinom fokusa laserskog zraka, a vrednosti se kreću od 0,3-1,0 mm. Najčešće prednosti korišćenja lasera u odnosu na klasične metode obrade ogledaju se u sledećem:

- nema pritiska na površinu koja se obradjuje,
- postize se ekstremna čistoća i nema kontaminacije,
- svi važni parametri mogu se kontrolisati elektronski,
- postizu se odlični rezultati, i ostvaruje se odličan rezultat projektovanog rešenja.

Sam proces obrade laserom zavistan je od parametara kao što su:

- snage laserskog snopa,
- brzine kretanja laserskog snopa,
- broja prolaza laserskog snopa,
- vrste materijala koja se obradjuje,
- dodatnog mlaza za otklanjanje rastopljenje mase materijala.

¹ Mr Milivoje Šljivančanin, dipl. maš. inž., Moravamermer, Gospodara Vučića 225, tel. 412 079, 417 725 Beograd

Vrlo važan faktor, odnosno indikator rezanja-sečenja laserom, jeste balans izmedju ulazne energije i toplotne energije u radnoj zoni, što predstavlja sledeći izraz:

$$E_t = E_z + E_e - E_g - E_o, \quad (1)$$

E_t -energija upotrebljena za topljenje materijala,
 E_z -energija oslobođena zračenjem lasera,
 E_e -energija oslobođena ezotermičkim reakcijama,
 E_g -energija oslobođena od topljenja materijala i radnog gasa,
 E_o -energija izgubljena prolaskom kroz obradak.

2.0 OSNOVNE KARAKTERISTIKE PROCESA OBRADJE LASEROM

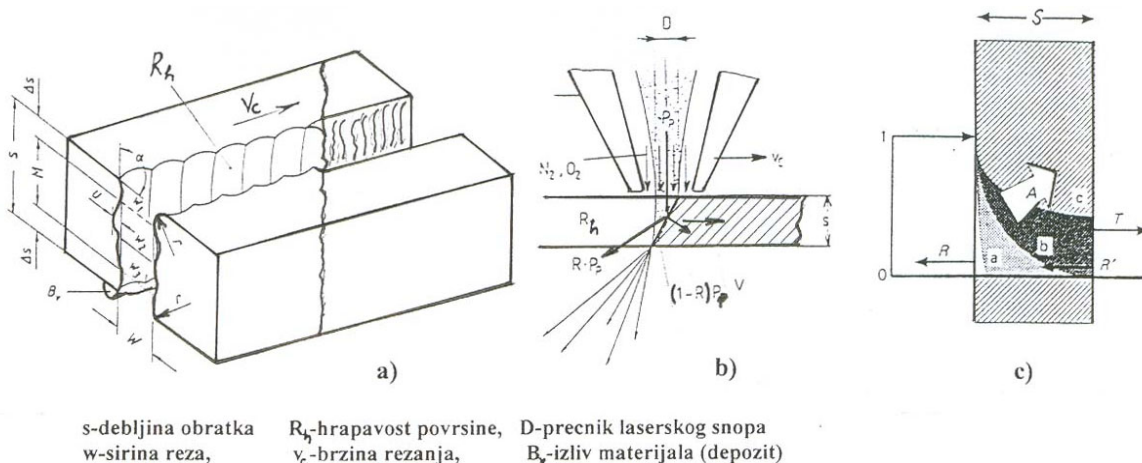
Najbolji i najjednostavniji način, a u najkraćem, da se razmotre karakteristike procesa obrade slikovito su pokazane na sl.2. Laserski zrak utiče na površinski sloj obratka, odnosno površina koja je prethodno izložena dejstvu laserskog zraka ili snopa svetlosti karakteriše se sledećim svojstvima:

- apsorbuje laserski zrak i u dodiru sa površinom obratka pretvara svetlosnu u toplotnu energiju,
- zagreva površinski sloj na mestima delovanja laserskog snopa svetlosti,
- topi i isparava materijal obratka, ostatak izbacuje pred sobom,
- uklanja ostatke istopljenog materijala,
- hladi nakon celokupnog procesa.

Brzina sečenja je važan faktor i definiše se sledećim izrazom:

$$v = 4aE_z / \pi s D^2 \rho (CT + Lt) \quad (2)$$

Gde je: a -apsorpcija, E_z -energija laserskog zraka, s -debljina materijala (obratka), D -prečnik laserskog zraka, ρ -gustina, C -specifična toplota, T -temperatura topljenja materijala, L_t -latentna toplota.



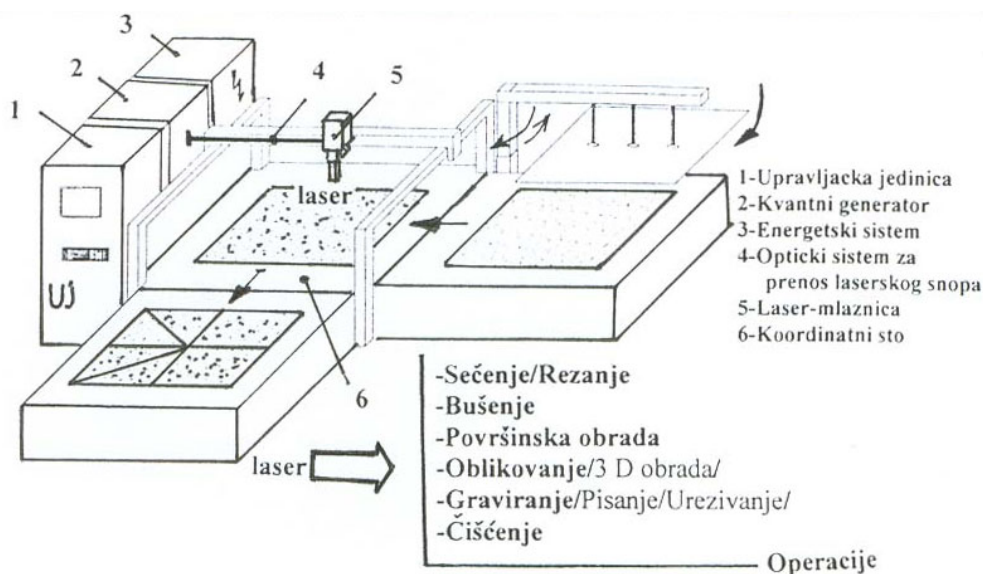
Sl.-1 Osnovne geometrijske karakteristike procesa sečenja/rezanja

Obrada kamena je nova napredna tehnologija koja ispunjava sve zahteve proizvodnje. Mnogobrojne pozitivne karakteristike kao što su: uzan i ravan rez, minimalna zona toplotnog uticaja, nema mehaničkih sila niti deformacija predmeta, nema habanja alata, moguće je rezati/seći materijal bez obzira na njegovu tvrdoću, nesumnjive su prednosti rezanja/sečenja u odnosu na konvecionalne metode rezanja/sečenja.

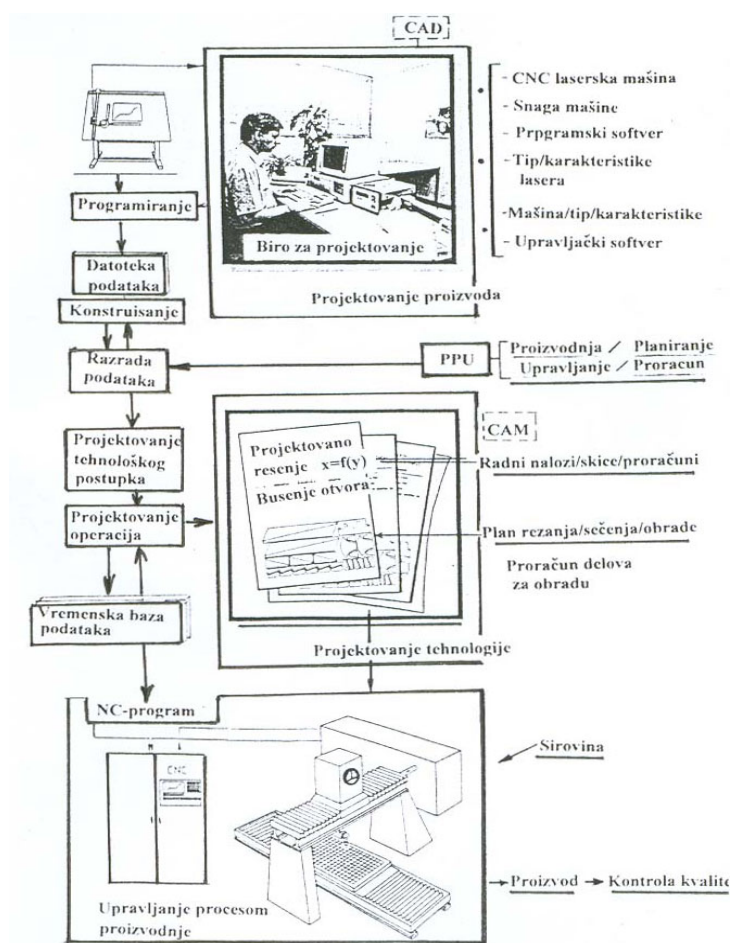
3.0 CNC LASERSKE MAŠINE ZA OBRADU KAMENA

Primena laserskih mašina za obradu kamena primetna je od pre nekoliko godina. Osnovna konfiguracija laserske mašine za obradu kamena pokazana je na sl.2. Laserske mašine omogućavaju laku promenu proizvodnog programa i garantuju ponovljivost operacija sa tačnim rezultatima. Primenom laserskih

mašina povećava se kvalitet proizvoda, ostvaruje se fleksibilnost proizvodnje i povećava se ekonomičnost. CNC laserske mašine predstavljaju proizvode naprednih tehnologija. Koriste se za precizno sečenje/rezanje i oblikovanje proizvoda od kamena. Laserski snop svetlosti (zrak) predstavlja alat u obradnom sistemu. CAD/CAM sistemi za lasersko sečenje/rezanje olakšavaju izradu NC programa, ubrzavaju rad tehnologa i programera, i smanjuju vreme potrebno za pripremu posla.



Sl.-2 Osnovna konfiguracija laserske mašine za obradu kamena



Sl.-3 Osnovna konfiguracija CAD/CAM sistema za obradu laserom

Blok dijagram operacija na sl.3 pokazuje redosled operacija neophodnih za obradu proizvoda od kamena i mogućnosti CAD/CAM sistema za lasersko sečenje/rezanje. Laser je generator laserskog snopa svetlosti-alat. Laser stvara uniformni, sa mogućnošću fokusiranja, svetlosni snop koji može biti koncentrisan i usmeren sa velikom preciznošću. Za sečenje/rezanje se koristi fokusirani svetlosni snop uz pomoć radnog gasa. Optičkim sistemom laserski snop se prenosi od lasera do obradne glave. U obradnoj glavi se laserski snop fokusira na radni prečnik od 0,2 mm pri čemu se dobija gustina snage od 10^8 W/cm² sposobna da ispari sve prisutne materije. Koordinatni radni sto obezbeđuje pomeranja koja su usaglašena sa potrebama laserske mašine. Projektovana operacija se ostvaruje pomeranjem glave laserskog snopa po projektovanoj putanji-konturi. Upravljačka jedinica ima zadatak da procesira blokove programskih informacija, kontroliše parametre lasera, parametre obrade i ostalo. Sistem za napajanje energijom čine: sistem za napajanje električnom energijom, sistem za snabdevanje radnim gasom (O₂, Ar, N₂, ili vazduh) i sistem za napajanje lasera smešom gasova.

Za programiranje rada CNC laserskih mašina upotrebljavaju se specijalizovani CAD/CAM sistemi za lasersko sečenje/rezanje(Sl.3).Primenjuju se za planiranje, projektovanje, tehnološku pripremu i upravljanje procesom proizvodnje.Kvalitet obrade se odnosi na tačnost oblika i dimenzija i kvalitet reza.

Kvalitet reza se odnosi na geometriju reza (širina, oblik, nagib, zaobljenje ivica), kvalitet površine reza i fizičko-hemijske karakteristike materijala u zoni rezanja, (Sl.1). Širina rezanja definisana je vrstom materijala i debljinom koja se seče.Hrapavost površine se definiše odredjenom klasom, i to su za ovaj vid industrije i namenu proizvoda više nego zadovoljavajući rezultati($R_z=0.8-0.25\mu\text{m}$).Lasersko sečenje/rezanje je visokotemperaturni proces koga karakteriše malo termičko oštećenje materijala u zoni reza, manje od 0.15 mm.Kod sečenja debljih uzoraka na izlaznoj strani dolazi do pojave depozita šljake pri odredjenim uslovima obrade.

4.0 ZAKLJUČAK

Obrada kamena na CNC laserskim mašinama ima više prednosti u odnosu na druge korišćene postupke obrade.Širina reza je zanemarljiva, stranice reza su u granicama propisane tačnosti, termički deformisani sloj je mali, i nije potrebna naknadna obrada.Moguće je seći/rezati obradak po komplikovanim konturama sa velikom preciznošću i malim širinama prelaza.Moguće je obradivati sve vrste kamena, ali je svakako potrebno voditi računa o fizičko-mehaničkim svojstvima materijala koji se obradjuje.CNC laserske mašine omogućavaju laku izmenu proizvodnog programa.Primena CNC laserskih mašina u industriji obrade kamena garantuje ponovljivost operacija i obezbeđuju tačne rezultate obrade.

5.0 LITERATURA

- [1] Dž.Redi,Promišlenie primenenija lazerov,Izdatelstvo Mir,Moskva 1981.
- [2] Primenenija lazerov,Izdatelstvo Mir,Moskva 1974.
- [3] Chryssorouris,G.,Theoretical Aspekts of aLaser Machine Tool,ASME Winter Meeting Proceedings 1993.
- [4] Razni prosektni materijali, 2001, 2002.

APPLICATION LASER IN INDUSTRY OF STONE PROCESSING

Summary

Application laser in industry for stone processing present important novelty.Many technologicals operations of stone processing, by the aid of lasers, are still consider and stady in laboratoricals conditions.CNC laser machines, an which technologicals operations, are performanching are anable with an laser as a tool for processing projecting operations.This paper includes analizing of using CNC machines for performanching projecting operations, cutting,engraving/etching,shaping,treatment of surface, and everyting with assistent of laser as a basic tool for performanching projecting proces treatment.Laser as a tool for treatment and shapping product of stone present big progres in modernazing of industry of processing products of stone.



Carmen Sticlaru, Arjana Davidescu¹

STUDIES ON DYNAMIC BEHAVIOR OF A SLIDING BEARING RUNNING AT LOW SPEED

Abstract: *In the first part of the paper a description of stick-slip phenomenon is presented. In the second part of the paper a finite element model is developed. The model consists of: two elastic spring leaves, which are the support for the blade made from different materials. This model is generally accepted for studies on stick-slip phenomenon and is appropriate for modelling sliding bearings. The normal load is applied on a moving block, which is sliding along the blade with different velocities. A dynamic analysis was run in Abaqus. The results obtained for different loads, velocities and two pair of material (steel-steel and steel-aluminum) are presented.*

Keywords: *low velocity, finite element method, stick-slip, dynamic analysis.*

1. INTRODUCTION

Friction is a very complicated phenomenon that depends on many factors including contact dynamics, normal load, relative velocity, real area of contact, surface topology, surface chemistry and lubricated regime. In unidirectional sliding, frictional memory (describing the lag between changes in velocity and changes in frictional force) is important. In fact, the stability of many existing systems can only be explained through consideration of this phenomenon.

In this paper, a new approach of stick-slip phenomenon study by means of finite element method is presented. A dynamic analysis was run in Abaqus and the stress - strain state is presented for different velocities and loading. The authors developed some finite element models in order to study stick-slip phenomenon for translating and rotating bodies ^[4, 5, 6, 7]. This phenomenon was marked out for a sliding bearing functioning in usual range of velocities (e.g. 90, 180, 360 rad/s) during the transitional regime ^[4, 5].

In the stick-slip process, the sliding body has a quick motion in the direction of sliding during the slip stage. The time period is generally in order of 10^{-5} s and friction force varies instantaneously in an unexpected manner therein. Many investigators ^[1, 2, 3] have made attempts to obtain dynamic friction variation during the slip motion. One method is to assume the shape of friction change with slip velocity. Another technique is to deduce it directly from the experimental results.

When two surfaces have relative sliding motion intermittent vibration of the relaxation type can often be observed. The motion is a self-excited phenomenon, which can be partially attributed to the friction forces between the surfaces. In some cases the vibration can be detrimental to accurate positioning in servomechanisms operating at creep speeds. In other applications violent oscillations may lead to surface damage and failure of machine components.

2. THEORETICAL ASPECTS

Stick-slip motion is a phenomenon occurring between slow moving bodies in dry frictional contact or in lubricated one at the beginning of the motion, when one of the bodies is driven through an elastic member. Self-induced vibrations are brought about by a variation in friction force with sliding velocity between the contacting bodies. When the bodies are in stationary contact the resistance to motion (static

¹ Sticlaru Carmen – “Politehnica” University of Timisoara, Romania; e-mail: scarmen@mec.utt.ro

friction force) is overcome by the energy stored due to the deformation of the elastic member of the system by displacement of the free end. When sufficient energy is available to overcome static friction the driven body will move forward. If this initial movement is accompanied by reduction in the frictional resistance, then additional energy is available to the driven body causing it to accelerate to a point, when the energy is absorbed and deceleration takes place. The body is then brought to rest and the friction resistance increases; the whole process is repeated and continuous self-generating vibrations occur. The phenomenon is particularly undesirable where accurate motion or positional control is required at slow sliding velocities and its occurrence has been observed in a wide range of technical applications. When the joint is lubricated, at the beginning of the sliding motion, the contact is dry and the phenomenon occurs until the film becomes continuous.

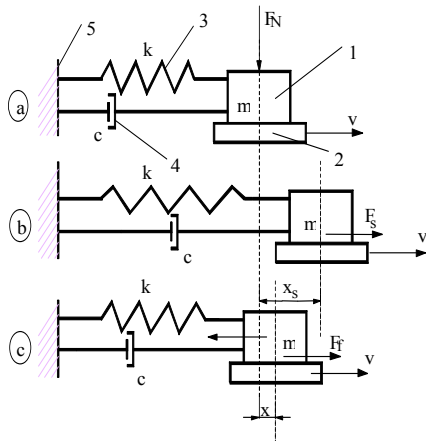


Figure 1. Friction system of a rider sliding on a uniformly driven flat surface

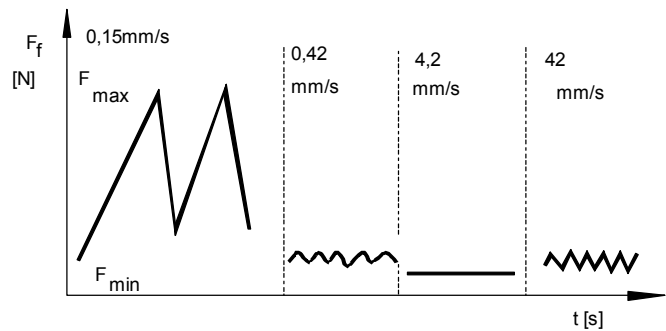


Figure 2. Stick-slip forms

Figure 1 shows a simple model of stick-slip friction system. A spring and a dashpot fix a sliding body to a rigid wall and it is in contact with a lower flat surface that moves horizontally at constant speed. Figure 1a shows the neutral position of the sliding body, where the spring deflection and the friction force are both equal to zero. When the spring force does not exceed the friction force between mating surfaces, the two bodies move together. The situation is called stick stage. If the spring force exceeds static friction force, the body may slip abruptly. Thus, slip initiation or stick termination is defined by the situation in Figure 1 b.

Figure 2 shows different types of stick-slip motions:

- irregular stick-slip, characterized by larger values of friction force and sudden changes from stick to slip;
- sliding with self-induced vibrations, having smaller values and smoother transitions of friction force;
- damped stick-slip when sliding velocity is greater than critical stick-slip velocity;
- stick-slip with changes of the friction force, determined by variations of functioning conditions, temperature and roughness state of contact surfaces.

3. FEM MODEL

The model generally accepted for theoretical and experimental study of stick-slip phenomenon is the Dupont model consisting of an elastic frame.

The FEM model (Figure 3) consists of:

1. two elastic blades (70 x 0.5 x 20);
2. a sliding body (10 x 20 x 10).
3. a sliding support (400 x 20 x 4).

The dimensions for the elastic blades were chosen in order to visualize the stick-slip phenomenon and the induced vibratory motion.

The elastic blades and the sliding body are made of steel and the sliding support is made of steel or aluminium alloy, in order to study the influence of the material on the phenomenon.

The dimensions for the elastic blades were chosen in order to visualize the stick-slip phenomenon and the induced vibratory motion.

The elastic blades and the sliding body are made of steel and the sliding support is made of steel or aluminium alloy, in order to study the influence of the material on the phenomenon.

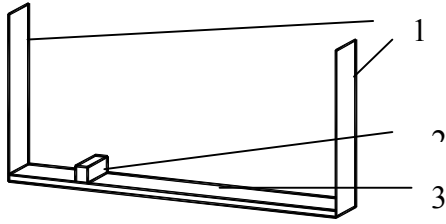


Figure 3. FEM model

The imposed boundary conditions are:

- the upper side of the elastic blades is fixed;
- the sliding body is imposed to slide along the support with a constant velocity (10, 15 and 30 mm/s).

An interaction “surface-to surface” is defined between the body and the sliding support in order to simulate the friction contact. The FEM elements used are hex – linear reduced integration (C3D8R - Figure 4). The dynamic analysis was run in Abaqus.

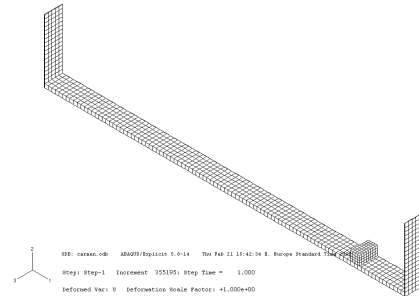


Figure 4. The mesh for the model

4. RESULTS AND CONCLUSIONS

Figure 5 shows the von Mises stress in the sliding support due to gravity load and sliding velocity $v = 10$ mm/s. It can be observed that the stress state looks like strips along the length of the sliding support due to the stick-slip phenomenon.

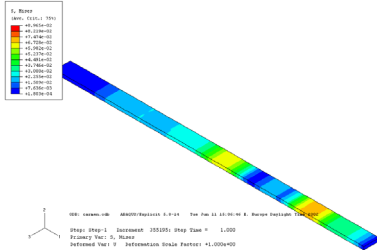


Figure 5. Von Mises stresses in the sliding support

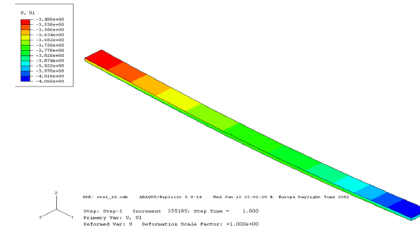


Figure 6. The deformation map along x axis

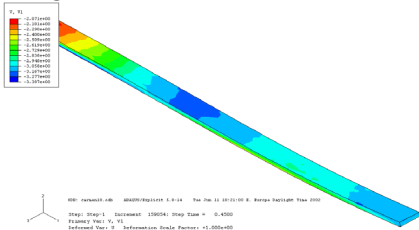


Figure 7. The velocity map and detail for the aluminium sliding support

Due to sequential stick and slip period, deformation regions, which are propagated along the sliding direction, appear (figure 6). In figure 7 is presented the velocity map, it can be seen a layer like distribution in the depth of the material due to distinct slip periods which is emphasized in the detail. Sliding tendencies of strips appear in case of aluminium alloy material for the sliding way.

In order to study the vibratory motion which occurs between the block and the sliding way a history output was defined for a node located on the upper surface of the sliding way.

Next figures present the vibratory motion of the specified node for different loads, velocities and materials of the sliding way (aluminium, steel).

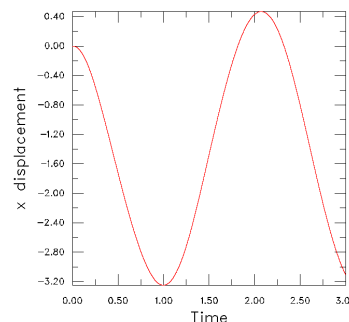
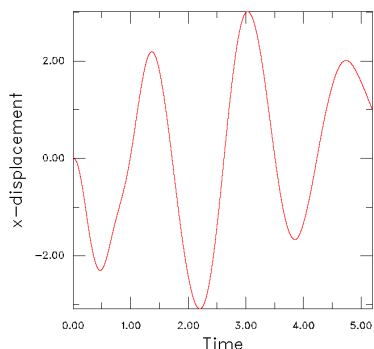


Figure 8. X-displacement along the sliding way

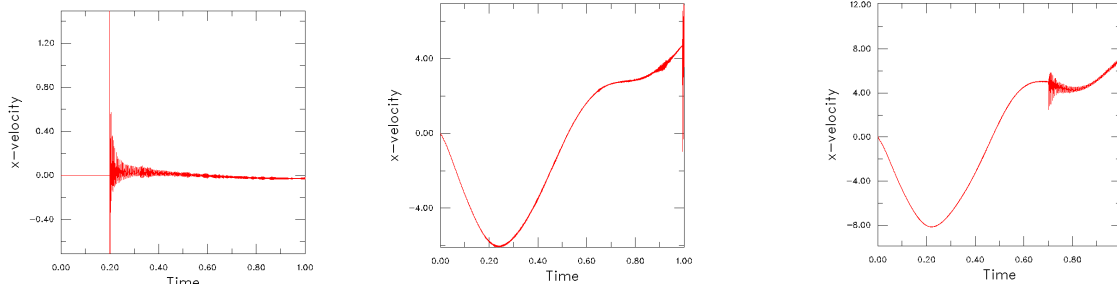


Figure 9. The velocity along x-axis for aluminium sliding way

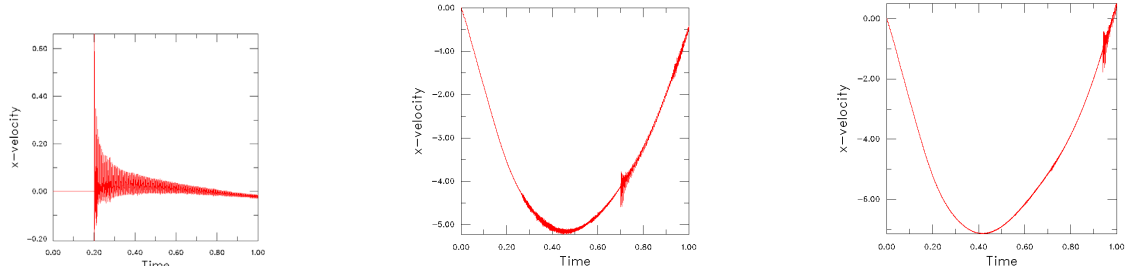


Figure 10. The velocity along x-axis for steel sliding way

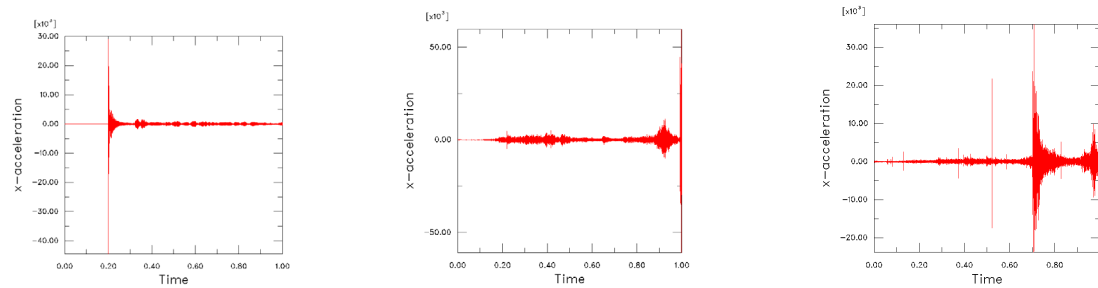


Figure 11. The acceleration along x-axis for aluminium sliding way

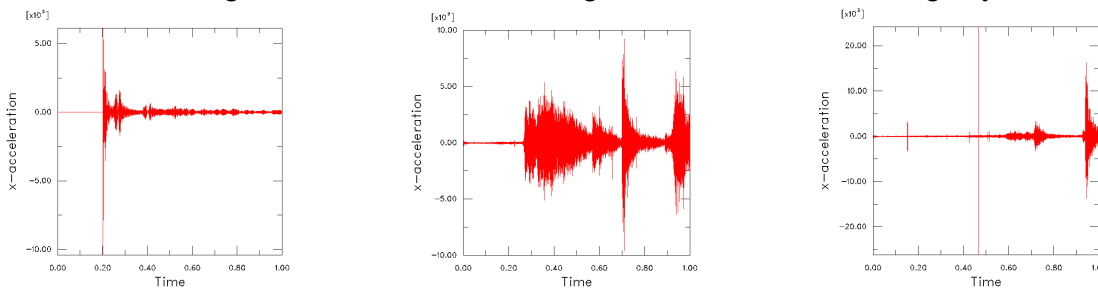


Figure 12. The acceleration along x-axis for steel sliding way

Analyzing figures 8-12 some remarks can be pointed out:

- due to stick-slip phenomenon and high elasticity of the system, the hole frame achieves a vibratory motion with a large amplitude which hides the oscillations between the two parts (figure 8);
- these oscillations can be observed on velocity and acceleration diagrams (figures 9-12);
- the amplitude of stick-slip increases with the loading (the figures are presented from gravity load to maximum specified load);
- the vibratory motion depends on the material of the sliding way – the amplitude is greater when the same material occurs in the tribological joint;

This kind of studies are very useful in choosing the proper materials for specified functioning conditions in order to decrease stick-slip effects and surface damage or failure of machine components.

REFERENCES

1. Cockerham, G., Cole, M., Stick-slip stability by analogue simulation. *Wear*, 36 (2), 1976, 189-198;
2. Bo, L.C., Pavelescu, D., The friction – speed relation and its influence on the critical velocity of stick-slip motion. *Wear*, 82 (3), 1982, 277-289;
3. Sticlaru, C., Studies on stick-slip motion, Ph. D. thesis, 1998;
4. Sticlaru, C., Davidescu, A., Studies By Finite Element Method Applied On Low Velocity Sliding Motion, 6th Conference on Fine Mechanics and Mechatronics, *Proc. of COMEFIM'6* 2002.



Stoilov H., Anguelov N.¹⁾

CHOOSING A DESIGN OF CURVED GROOVES IN CIRCULAR SAW BLADES' BODY

There are many companies producing circular saw blades with specific body design, such as curved grooves in various shapes. With these designs the world manufacturers are seeking ways to improve the performance of their products. "LEITZ" GmbH, one of most famous companies offers saw blades with constant pitched grooves and varying height of curves. The blade shown on fig. 1a is subject of patent [1]. These products can be found on the this web address:

http://www.woodtechttooling.com/Saw_Blades/Leitz_Saw_Blades/leitz_saw_blades.html

Another company – "FREUD"® offers circular saw blades with constant pitched grooves and slowly increasing and decreasing height of curves (see fig. 1b). FREUD® products are located on this web address:

<http://www.internationaltool.com/freudsaw3.htm>.

A different design are the "S"-shaped grooves from "IRWIN Tool Company" – see fig. 1c. More information on the web: <http://www.irwintool.com>. Besides there are a lot of ingenious patented designs of circular saw blades, such as described in [2] and [3]. These products can not be seen on the market. In other words there are variety of designs of curved grooves. The main question still remains for customers: "Which saw blade to be chosen?"

This article describes a way to determine the best groove type to be placed in a saw body [4]. The stress distribution, trough the cutting process, from the teeth to the base hole in the saw blade body is aimed to be more uniform.

A solution have been performed on a saw blade with no grooves in the body, using software ANSYS [5]. The result shows maximal stress values are located in the area of teeth, according to fig. 2. There are regions in the saw blade's body with gradually growing areas and decreasing stresses. The relation between areas of these regions is like approximately the Fibonacci numbers: 1,2,3,5,8...($m_{i-2} + m_{i-1}$). Therefore if every next curve's height takes consecutively these values, then even distribution of stresses in the saw blade's body can be expected; in this case the groove heights are growing from teeth area towards base hole. The distribution of equivalent stresses is shown on fig. 3. It is obvious that the maximal absolute value of equivalent stresses is located in the area of the groove's highest part.

Therefore the even distribution is precondition for reliability of saw blade, even at high cutting speeds. Few saw blades with the design shown on fig. 3 have been produced, tested and compared with saw blade without grooves (fig. 2). The design of saw blade shown on fig. 3 is more reliable. The break down begins with rift starting from teeth and passing through whole area of saw blade in case of solid body. In that way the blade breaks in two or more parts. These parts can cause damage to the operators. The curved grooves stop the rift and the saw blade remains entire.

The distribution of stresses in saw blade body is shown on fig 4. Diagram shows number of stress' values contained in each sub-interval with defined height. The left diagram (fig. 4a) refers to the saw blade with equal frequency and constant height of grooves. The right diagram (fig. 4b) refers to the curved grooves shown on fig. 3.

¹⁾ MSc. Eng. Hristo Stoilov, Technical University of Sofia, Bulgaria, E-mail: hnstoilov@alpha.vmei.acad.bg
PhD, MSc. Eng. Nikolay Angelov, Technical University of Sofia, Bulgaria, E-mail: n.angelov@tu-sofia.acad.bg

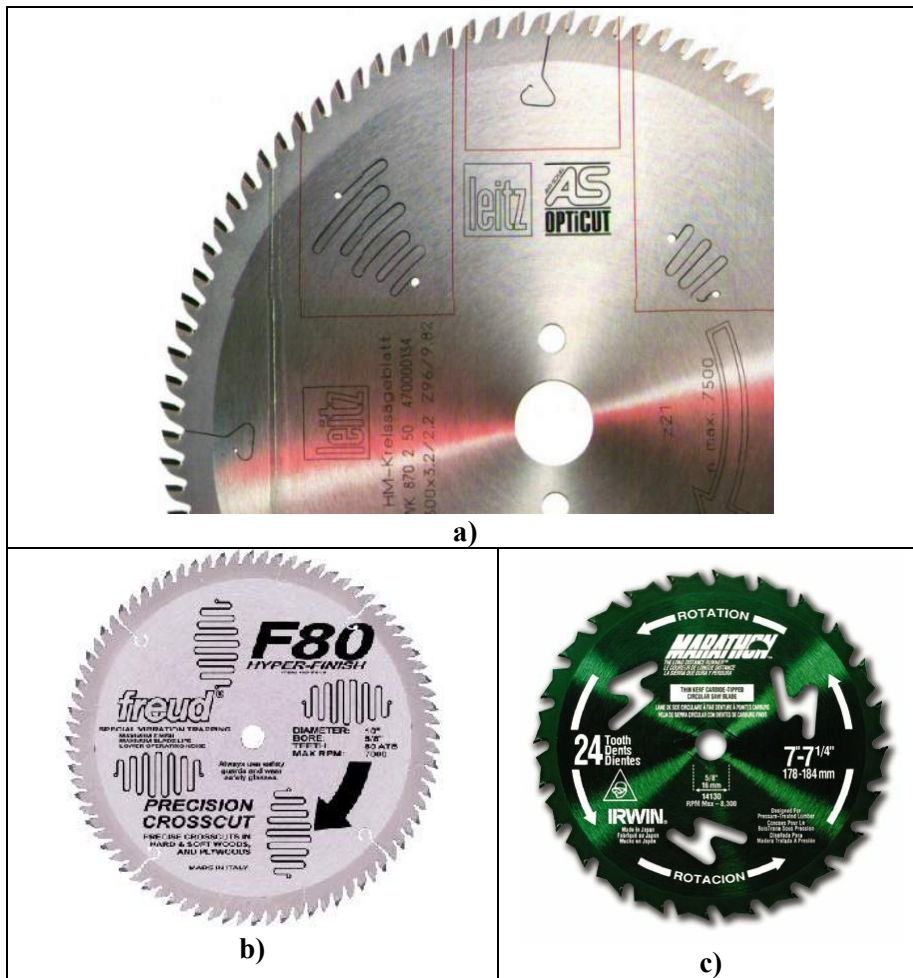


Fig. 1: Various designs of circular saw blades

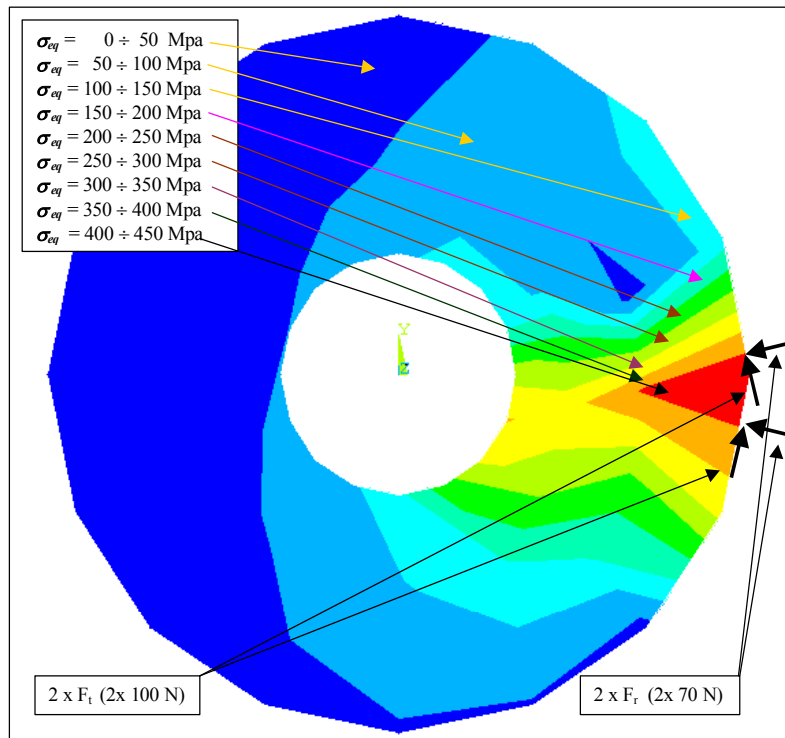


Fig. 2: Distribution of stresses in saw blade's body without grooves

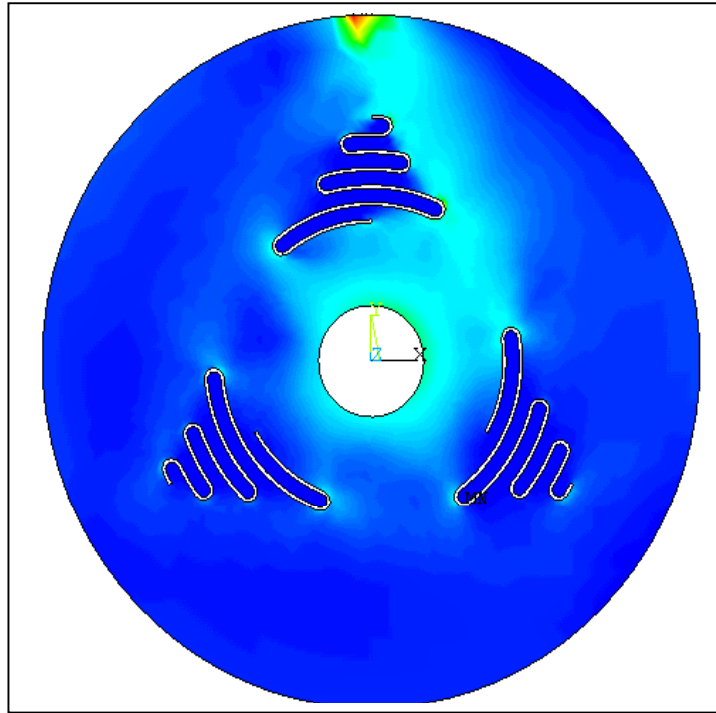


Fig. 3: Distribution of stresses in saw blade's body with curved grooves

According to the *theory of pattern recognition* [6], the stress distribution, as integral criterion, in the case of saw blade with constant height of grooves, is more unfavorable in comparison with the Fibonacci construction. The saw blade with constant height of grooves has exponentially growing values of stress distribution therefore the Fibonacci construction has a concentration in the low stress values. The area of diagram (fig. 4a) is equal to $0,365E+10$ Pa and maximal equivalent stress value is 110 MPa, therefore the area of diagram (fig. 4b) is equal to $0,349E+10$ Pa and maximal equivalent stress value is 60 MPa.

The use of circular saw blades with curved grooves in body as shown on fig. 3 considerably increases the performance of these types cutting tools.

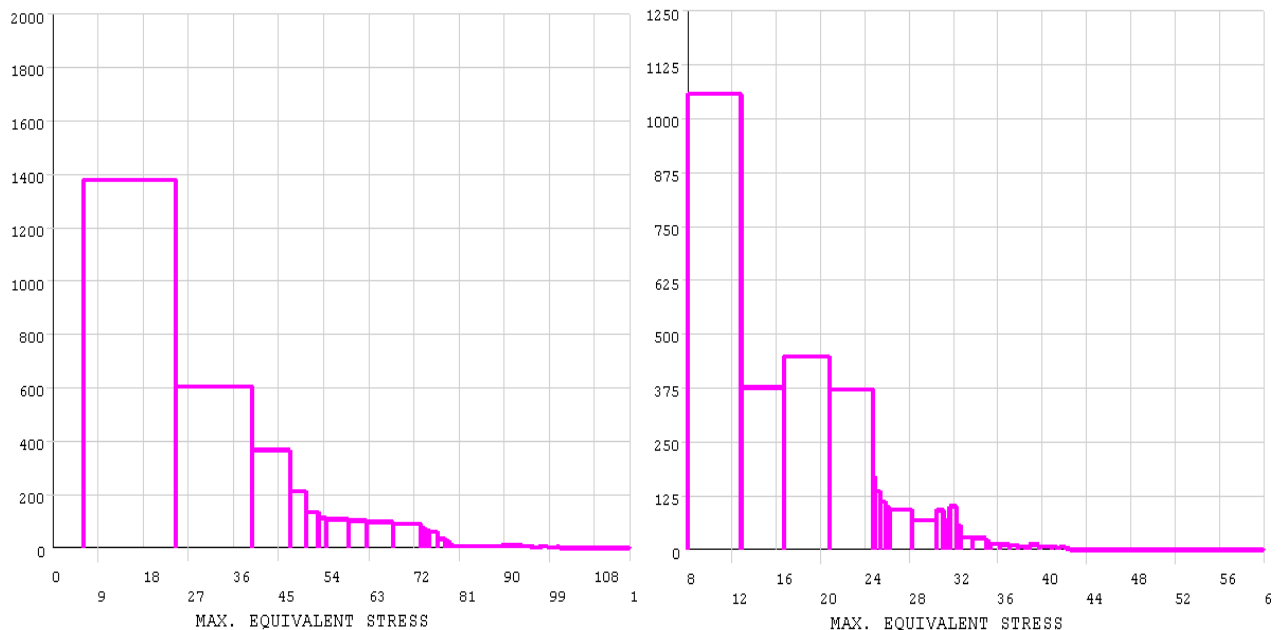


Fig. 4: Diagram of distribution of equivalent stresses in saw blade's body
a) equal frequency and constant height of grooves; **b)** Fibonacci grooves

REFERENCES

- [1] Volkenborn K., Saegeblatt fuer Kreissaegen, DE 3611207, B 23 D61/02. 1987.
- [2] Solf A., Kreissaegeblatt, DE 4328482, B23 D61/02, 1995.
- [3] Lauffer A., Kreissaegeblatt, DE 19648129, B23 D61/02, 1998.
- [4] Anguelov N.P., H.N. Stoilov, Circular saw blade, Patent, BG № 104684, 11.08.2000, B23 D61/02.
- [5] ANSYS Expanded Workbook, First Edition, Release 5.4. SAS IP Inc.1998.
- [6] Belaid A., Y.Belaid, Reconnaissance des formes. Methodes et applications, Inter Editions. Paris. 1992.



С.В.Швец, С.А.Клименко ¹

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Показана возможность математического моделирования процесса разрушения при резании. Устанавливается зависимость устойчивости системы резания и потребления энергии от выполненной в ней работы и КПД соответственно. Результаты расчета по предложенной модели соответствуют данным заводских операционных карт.

Совершенствование и создание инструментальных или появление новых конструкционных материалов требует всестороннего исследования процесса их обработки резанием. Традиционно эти исследования заключаются в проведении длительных стойкостных испытаний. При этом возникают проблемы, связанные с затратами времени и с наличием достаточного количества обрабатываемого материала. Особенно существенно это при исследовании обрабатываемости защитных покрытий. Наиболее эффективными для такой ситуации являются методы математического моделирования.

Решить задачу прогнозирования и оптимизации процесса резания по критериям устойчивости и минимального потребления энергии с помощью системы дифференциальных уравнений, описывающих напряженно-деформированное состояние, не удастся, т.к. количество неизвестных превосходит количество уравнений. В таком случае континуальная система заменяется системой с конечным числом степеней свободы. Одним из методов дискретизации является метод конечных элементов. Точность расчета при этом будет тем выше, чем больше образовано конечных элементов. Задавая внешнюю нагрузку на элементы P_u ($u=1, 2, 3, \dots, n$), можно определить перемещение узловых точек элементов

$$|\delta| = |K^{-1}| \cdot |p|, \quad (1)$$

что позволяет рассчитать деформации и напряжения в каждом элементе

$$|\varepsilon| = |C| \cdot |\delta|, \quad (2)$$

$$|\sigma| = |D| \cdot |\varepsilon|, \quad (3)$$

Если работа в каком-то из элементов превзойдет предельную удельную работу данного материала при испытаниях на прочность, то, следовательно, в этой области объем обрабатываемого материала исчерпал ресурс прочности и это соответствует разрушению. Таким образом моделируется достижение главной цели системы резания-разрушение. Удельная работа в элементе после j -той стадии развития процесса образования стружки равна

$$a_j = a_{j-1} + \Delta\varepsilon_j (\Delta\sigma_{j-1} + 0,5 \Delta\sigma_j) \quad (4)$$

Тогда работа деформирования на любой стадии стружкообразования

$$A_j = \sum_{m=1}^M a_{jm} W_m \quad (5)$$

где m - количество конечных элементов,

W_m - объем m -ного элемента.

После каждого изменения внешней нагрузки P (на каждой стадии процесса стружкообразования) необходимо уточнять координаты вершин конечных элементов и корректировать значение элементов матрицы C в формуле (2).

¹ Станислав В. Швец, Сергей А. Клименко, Институт сверхтвёрдых материалов НАНУ, Автозаводская, Киев, Украина, ATMU@ISM.KIEV.UA

Зависимости между напряжениями и деформациями в каждом элементе устанавливается через матрицу D (3). Элементы этой матрицы - механические характеристики материала (E_M и μ_M), входящие в качестве коэффициентов в уравнения закона Гука. Изменяя E_M и μ_M в соответствии с диаграммой растяжения-сжатия и выполненной удельной работой в каждом элементе после очередного нагружения алгоритм МКЭ, применяемы для расчетов в упругой области, можно использовать при исследовании пластического состояния. Массив механических свойств φ ставится в соответствие с удельной работой в этом элементе

$$\eta: a_{jm} \rightarrow \varphi\{E_m, \mu_m\}. \quad (6)$$

Кроме того, механические свойства элементов зависят от температуры, сформировавшейся в процессе резания. В соответствии с выражением Н.С.Курнакова [1] влияние изменения температуры запишется как

$$\begin{aligned} E_{jm}^p &= E_m e^{\alpha \Delta \Theta_{jm}} \\ \mu_{jm}^p &= \mu_m e^{\alpha \Delta \Theta_{jm}} \end{aligned} \quad (7)$$

где α - постоянный для данного материала температурный коэффициент; $\Delta \Theta_{jm}$ - изменение температуры после j -го нагружения в m -ном элементе; e - основание натурального логарифма; E_{jm} и μ_{jm} - модуль упругости и коэффициент Пуассона после j -го нагружения в m -ном элементе. Полная работа резания состоит из работы деформирования и работы трения на рабочих поверхностях лезвия

$$A^p = A_j + A_{Tj}. \quad (8)$$

Минимальное потребление энергии достигается при

$$U / (A_j + A_{Tj}) = \omega \rightarrow \max \quad (9)$$

где U - работа разрушения при испытании образца из обрабатываемого материала,

ω - коэффициент полезного действия (КПД) системы резания.

С вопросом устойчивости тесно связан вопрос об асимптотическом пределе диссипативной системы.

$$A \geq (A_j + A_T) \quad (10)$$

(A - предельная работа, которая может быть выполнена лезвийным инструментом). Тогда математическая модель процесса резания запишется с учетом выражений (1) - (10)

$$|\varepsilon_{jm}| = |C_{jm}| \cdot |\delta|. \quad (11)$$

$$|\sigma_{jm}| = |D_{jm}| \cdot |\varepsilon| \quad (12)$$

$$|\delta_{jm}| \leftarrow |\delta_{jn}| = \quad (13)$$

$$D_{jm} = \frac{E}{(1 - \mu)^2} \begin{vmatrix} 1 & \mu & 0 \\ \mu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1 - \mu}{2} \end{vmatrix} \quad (14)$$

$$C_{jm} = f(x_{jm}, y_{jm}, z_{jm}) \quad (15)$$

$$\eta: a_{jm} \rightarrow \varphi\{E_m, \mu_m\} \quad (16)$$

$$E = E_{jm} e^{\alpha \Delta \Theta_{jm}} \quad (17)$$

$$\mu = \mu_{jm} e^{\alpha \Delta \Theta_{jm}} \quad (18)$$

$$A_j = \sum_{j=1}^m \left[a_{(j-1)m} + \Delta \varepsilon_{jm}^u \left(\Delta \sigma_{(j-1)m}^u + 0,5 \Delta \sigma_{jm}^u \right) \right] W_m \quad (19)$$

$$U / (A_j + A_{Tj}) = \omega \rightarrow \max \quad (20)$$

$$A \geq (A_j + A_T) \quad (21)$$

Так как в течение цикла стружкообразования происходит изменение силы резания, то приращение внешней нагрузки на систему резания на каждой последующей стадии механизма стружкообразования имитирует развитие его во времени. Поэтому математическая модель (11) - (21) позволяет получить информацию о протекании процесса. Что является важным при математическом доказательстве эмпирических обобщений.

Задача расчета напряженно-деформированного состояния в системе резания это наиболее сложная задача в теории деформирования. Это упруго-контакт с большой степенью деформации и большим относительным перемещением в зоне контакта. МКЭ позволяет производить расчеты при перемещениях только в пределах между узлами контактирующих элементов. В связи с этим для практических расчетов применен алгоритм, по которому полная работа A^n определяется не с помощью выражений (11) - (16), а по механическим характеристикам обрабатываемого материала и КПД системы резания. Проведено моделирование стойкостных испытаний при точении напыленного оплавленного порошкового покрытия ПС-12НВК-01 (65% порошка ПГ-10Н-01 + 35% С) инструментом из киборита РНМН0703М. В диапазоне параметров режимов резания $v = 0,5 - 5$ м/с, $C = 0,05 - 0,35$ мм/об, $t = 0,05 - 0,4$ мм получены полные сведения о стойкости инструмента, что невозможно при традиционных испытаниях.

Эффективность данной методики расчета заключается в следующем: резко снижается объем информации, хранящийся в памяти ЭВМ, сокращается время расчетов, снижаются затраты на формирование справочных данных, упрощаются расчетные работы при высокой достоверности получаемых результатов. Надежность расчетных значений подтверждается сравнением их с данными экспериментов (см.табл.).

Таблица. Расчетные и практические значения параметров режимов резания.

Обрабатываемый материал	Инструментальный материал*	v, м/с		C, мм/об		t, мм		T, мин	
		расчет.	практ.	расчет.	практ.	расчет.	практ.	расчет.	практ.
СЧ 21	K10	2,066	2,16	0,1	0,08	0,2	0,2	165	180
Чугун спец.	K01	3,65	3,63	0,15	0,17	0,2	0,2	74	88
СЧ 20									
Сталь 45	K01	4,95	5,0	0,05	0,04	0,2	0,25	41	30
Сталь 45	ВОК 60	5,2	6,0	0,15	0,142	0,3	0,3	18	20
Сталь 45	ВОК 60	1,66	1,66	0,2	0,2	0,25	0,25	66	73
СЧ 20	ВОК 60	4,948	5,033	0,05	0,07	0,2	0,2	19	14
	K01	4,95	5,016	0,1	0,1	0,2	0,2	35	28

*K10 -композит 10 (гексанит-Р); K01 - композит 01 (эльбор-Р)

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин/ Э.В.Рыжов, А.Г.Суслов, В.П.Федоров. - М.: Машиностроение, 1979. - 176с.
2. Клименко С.А., Мельничук Ю.А. Фрактальный подход к обработке резанием материалов и изделий.// Сучасни процеси механічної обробки інструментами з НТМ та якість поверхні деталей машин: Зб. наук. праць (серія «Г»)/ НАН України. ІНМ ім. В.М.Бакуля. - Київ, 2001. – С. 22-32.
3. Танович Q. Клименко С. А, Специфичности алата за обраду превлака постојаних на хабање, 28 Јупитер Конференција, Зборник радова, Београд, 2002., с. 3.87/3.90.

ПРОРАЧУН РАДНЕ СПОСОБНОСТИ РЕЗНИХ АЛАТА

У раду је приказана могућност математичког моделирања процеса резања. Прорачун користи методу коначних елемената и базиран је на механичким својствима обрађиваног материјала и крутости обрадног система. Добијен је математички модел постојаности алата од "киборита" РНМН0703М при стругању превлака ПС-12ХБК-01 у дијапазону режима: $v=0,5-5$ м/с; $c=0,05-0,35$ мм/о; $a=0.05-4$ мм.



Tanović L.J., Klimentko S.A., Kopeikina M. Y.¹

HABANJE REZNIH ALATA OD SUPERTVRDIH MATERIJALA

Rezime

U radu su izloženi mehanizmi habanja reznih alata od supertvrdih materijala na bazi sintetičkih dijamanta (SD) i kubnog bornitrida (CBN) pri obradi odgovarajućih materijala. Istraživanja u domenu habanja alata analiziraju fenomene koji se uspostavljaju u zoni obrade. Rad sadrži deo izvedenih istraživanja i rezultate do kojih se došlo.

1. UVOD

Povećanje proizvodnosti obradnih sistema i smanjenje troškova obrade postiže se poboljšanjem karakteristika i radnih mogućnosti svih elemenata obradnog sistema: mašine alatke, reznih alata, pomoćnih, mernih, kontrolnih i drugih pribora. Obrada metala rezanjem je složeni fizički proces koji podrazumeva poznavanje obradljivosti materijala, hemijskog sastava i mehaničkih svojstava materijala obratka i alata.

Današnji nivo industrijskog razvoja suočen je sa širokom primenom teškoobradljivih materijala otpornih na habanje i velike tvrdoće. To podrazumeva neophodnost razvoja novih alatnih materijala tvrdoće 2-3 puta iznad tvrdoće obrađivanog materijala. Pod pojmom supertvrđi materijali podrazumevaju se kovalentne supstance tvrdoće iznad 20 GPa. Danas se u svetu izradom supertvrdih materijala (STM) bavi približno 1000 kompanija a u alatnoj industriji veliku primenu imaju sintetički dijamant (SD), kubni bornitrid (CBN) i polikristali (P) na njihovoj osnovi.

Primena supertvrdih alatnih materijala ima niz specifičnosti povezanih sa mehaničkim i fizičko-hemijskim procesima uspostavljenim u zoni rezanja. Kako pokazuju rezultati ispitivanja, struganje prevlaka pri optimalnim brzinama rezanja uslovljava veoma mali koeficijent trenja na grudnoj površini alata ($\mu=0.01$), dva do tri puta manje tangencijalno naprezanje u ravni smicanja i 1.5-2.25 puta veći specifični pritisak na lednoj površini alata u poređenju sa obradom konstrukcionih materijala.

Korišćenjem metodike Loladzea [6], a na osnovu istraživanja definišu se svojstva koja mora posedovati alatni materijal za obradu prevlaka:

- Radi sprečavanja razaranja alata u oblasti reznog sečiva, alatni materijal mora imati pritisnu čvrstoću 2000 N/mm^2 pri $\gamma=0^\circ$ i 3000 N/mm^2 pri $\gamma=-20^\circ$.
- Radi sprečavanja plastičnih deformacija reznog sečiva, alatni materijal treba da poseduje na temperaturi rezanja tvrdoću $HV=4000-4500 \text{ N/mm}^2$.

Poznato je da od svih mehaničkih svojstava koja utiču na trenje i habanje dva spregnuta materijala, najveći uticaj pokazuju deformacije i čvrstoća kontaktnih površina.

2. PREGLED ISTRAŽIVANJA

Na osnovu literaturnih izvora [1,2,4] a sa aspekata mehanizma habanja alata svi obrađivani materijali mogu se razvrstati u četiri grupe:

¹ Prof. dr Ljubodrag Tanović, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 27.marta 80, 11000 Beograd, e-mail: tane@alfa.mas.bg.ac.yu.

dr Sergej A. Klimentko, Marina Y. Kopeikina, Institut Supertvrdih materijala Nacionalne Akademije Nauka Ukraine, Kiev, Ukraina, e-mail: atm@ism.kiev.ua

-Materijali prve grupe: bakar, mesing, magnezijum, aluminijum, bronza, plemeniti metali i polimerni materijali bez abrazivnih čestica pri obradi uslovljavaju uspostavljanje adhezionog habanja i mogućnost pojave udara i vibracija.

-Materijali druge grupe: legure bakra i aluminijuma i polimerni kompoziti koji sadrže abrazivne čestice uslovljavaju uspostavljanje usporenog–ravnomernog habanja a kao posledica abrazivne i adhezione interakcije materijala. Širina pojasa habanja na lednoj površini (B) može se definisati u funkciji dužine rezanja (L):

$$B=0.00042 L^{0.537}$$

-Materijali treće grupe: titan, cirkonijum i legure na njihovoj osnovi, volfram i karbidni materijali pri obradi dovode do obrazovanja visoke temperature u zoni rezanja i svih vidova habanja pri visokim temperaturama.

-Materijali četvrte grupe: nikal, kobalt i dr. pri interakciji sa ugljenikom čine posebnu grupu a kao posledicu uspostavljanja eutektičkog habanja.

Dijamantski rezni alati u kontaktu sa obrađivanim materijalom uspostavljaju mehanizam habanja na sledeći način: najpre se na reznom sečivu alata uspostave mikroprrsline u koje prodiru mikročestice obrađivanog materijala da bi potom nastalo njihovo nagomilavanje na reznom sečivu (nalage). Po dostizanju određenih dimenzija naslage se odvajaju od alata uslovljavajući odgovarajući vid habanja praćen zaobljenjem sečiva.

Pri korišćenju reznih alata od CBN prisutna su dva fenomena habanja. Prvi, na visokim temperaturama javlja se fazna tranzicija na granicama zrna BN a time i polikristal mekši, i drugi, prisustvo difuzionog habanja a kao posledica hemijske interakcije između bornitrida i obrađivanog materijala. Hemijski procesi uspostavljeni u zoni rezanja su dominantni pri habanju PcBN.

3. IZVEDENA ISTRAŽIVANJA

Izvedena istraživanja su obuhvatila habanje reznih alata od gustih modifikacija BN pri obradi materijala: tvrde Fe prevlake LC-5X4B3MFS (45-48 HRc; 5% Cr, 0.8% Si, 0.5% C, 3% W, 0.5% V, 2.8% Mo) i PP-Hp-30X5G2SM (52-58 HRc; 3% Cr, 0.8% Si, 0.5% C, 0.2% Ti, 0.6% Mo, 1.6% Mn), PG-10H-01-nikal sa prevlakom (57-62 HRc; 17% Cr, 3.1% B, 4.25% Si, 4.25% Fe, 0.8% C) i ŠX 15 čelik za ležaje (60-62 HRc; 1% C, 0.3% Mn, 0.27% Si, 1.45% Cr).

U istraživanju je korišćena specijalna oprema za akumulaciju čestica pohabanog alatnog materijala iz zone rezanja a koja je obuhvatala 822 aspiratora. Termohemijska svojstva supertvrdih materijala utvrđena su mikrotermoanalizom pomoću mikroanalizatora MTV 10-8 na temperaturama od 1770 K. Fazna kompozicija STM posmatrana je rentgenskom difraktometrijom na uređaju DRON-3 a hemijski sastav kontaktnih površina reznog alata pomoću sistema Lass 3000. Za obradu materijala u gasovitim sredinama argona i nitrogena korišćena je posebna komora postavljena na mašini, pri pritisku gasa od 0.01 MPa.

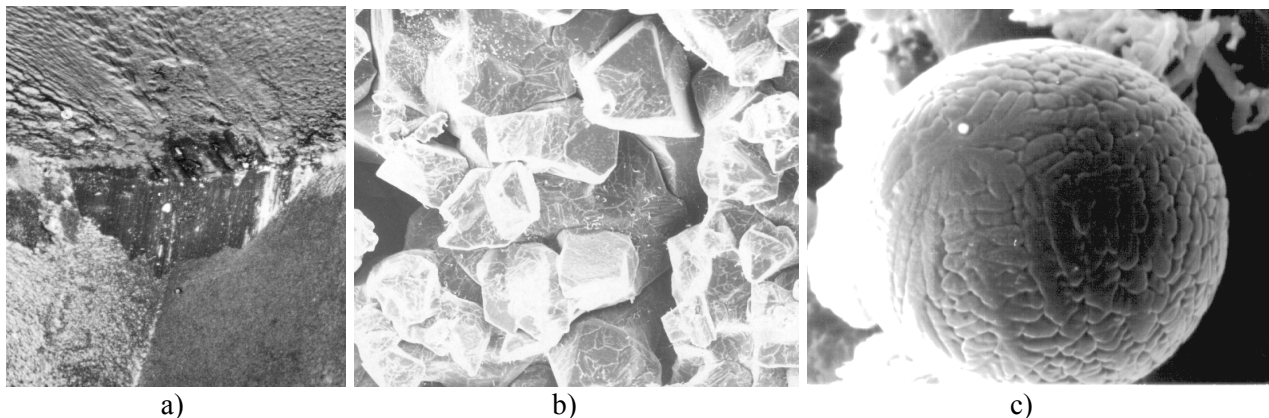
Abrazivno habanje reznog alata intenzivirano je usled hemijske interakcije materijala alata i obratka u odgovarajućem okruženju, naročito vazduhu. Hemijski procesi koji su prisutni u zoni rezanja uslovljavaju reakciju bornitrida sa Ti, Cr, Zr, i drugim elementima u širokom temperaturnom dijapazonu. Prisustvo reakcije određuje se preko Gibbs-ovog potehcijala ΔG . Kao rezultat hemijskih reakcija nastaju nitridi, boridi, oksidi, i često složena jedinjenja kao što su hidrooksiboridi elemenata.

Analizom pohabanog dela reznog alata od CBN (trgovački naziv “kiborit” proizveden u ISM NANU) uočava se da je pored unutrašnjeg difundiranja čestica materijala alata i obratka prisutna i promena hemijskog sastava površinskog sloja alata u kontaktnom delu u odnosu na nekontaktnu oblast. Na slici 1a uočava se prevlaka na grudnoj i nekim delovima ledne površine alata a na slici 1b interakcija materijala alat-obradak u odnosu na česticu iz okruženja, slika 1c.

Analiza termograma oksidacije polikristalnog BN pokazuje da oksidacija nastaje pri temperaturi od 970 K. U temperaturnom dijapazonu od 1370-1470 K povećava se nivo interakcije sa kiseonikom i uspostavlja se B_2O_3 .

Zagrevanjem uzoraka čelika i PcBN na 1470 K a potom hlađenjem na vazduhu nastaju nova hemijska jedinjenja koja sadrže Fe, Cr, Al, B i N. Analizom dijagrama stanja Fe-B, na temperaturi 1450 K nastaje eutektikum Fe-FeB u kontaktnim oblastima. Treba imati u vidu da rezultatni proizvod interakcije kada se ohladi liči na kombinaciju pojedinačnih kristala različitog oblika, što ukazuje na njegovu kristalizaciju iz tečne faze (slika 1b).

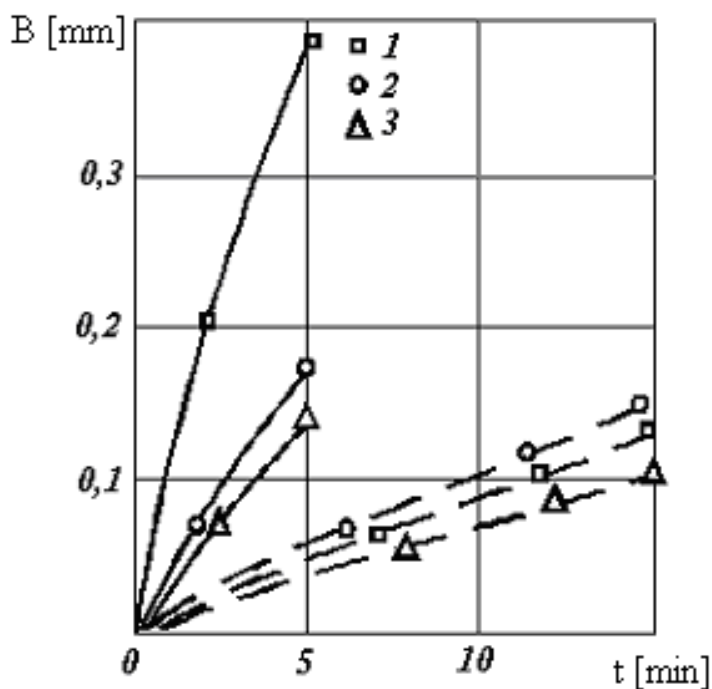
Fotospektar analiza i analiza spektra hemijskog sastava sfernih čestica ukazuju na prisustvo elemenata materijala koji su bili u kontaktu i okruženju (SHP). Povećanjem brzine rezanja povećava se temperatura u kontaktnoj oblasti što dovodi do omekšavanja obrađivanog materijala i povećanja nivoa hemijskih interakcija.



Slika 1. Mehanizam habanja alata od CBN uspostavljen pri obradi čelika ŠX 15

Povećanje proizvodnosti obrade alatom od PcBN moguće je uz korišćenje sredstva za hlađenje i podmazivanje (SHP) koje u reakciji sa BN dovodi do formiranja čvrste podmazujuće prevlake na površini alata koja sprečava pojavu krzanja sečiva alata.

Izvođenjem procesa rezanja u gasovitoj zaštitnoj atmosferi sprečava se prisustvo kiseonika u zoni rezanja a time i oksidacioni procesi. Sa slike 2 se uočava da pri obradi prevlake PG-10H-1 alatom "kiborit" najmanja širina pojasa habanja ledne površine se dostiže pri obradi u sredini nitrogena a najveća u sredini vazduha.



Slika 2. Efekat zaštitne atmosfere i brzine rezanja pri struganju prevlake PG-10H-01 alatom kiborit: 1- vazduh, 2-argon, 3-nitrogen ($v=3$ m/s – puna linija; $v=0.75$ m/s – isprekidana linija)

4. ZAKLJUČAK

Efikasnost primene alata od supertvrdih materijala zavisi od strukture obrađivanog materijala. Dijamantski alati se primenjuju pri obradi neferitnih materijala i legura kao i polimernih kompozita. Alate od bornitrida treba primenjivati pri obradi čelika i tvrdih prevlaka na bazi feritnih materijala. To podrazumeva neophodnost primene ovih alata pri obradi velikim brzinama rezanja kojima se postiže visoka proizvodnost, tačnost i kvalitet obrade.

Uporedo se vrše i intenzivna istraživanja u domenu primene alata sa oslojenih supertvrdim prevlakama čija debljina dostiže do 50 µm.

4. LITERATURA

- [1] Vishnevskii A.S., Mukovoz Yu.A., Delevi V.G., Ositinskaya T.D., and Chapalyuk V.P., Sinteticheskie Almazы, 1978, 4, 15.
- [2] Entelis S.G. and Berliner E.M. (Eds.), Cooling/Lubricating Media for Cutting Metals, Mashinostroenie, Moscow, 1986 (in Russian).
- [3] Klimenko S.A., Mukovoz Yu.A., Lyashko V.A., Vashchenko A.N., and Ogorodnik V.V., Wear, 1992, 157, 1.
- [4] Novikov N.V. (Ed.); Synthetic Superhard Materials (in 3 Volumes). Vol.1: Synthetic Superhard Materials, Naukova Dumka, Kiev, 1986 (in Russian).
- [5] Танович Љ., Шлифование режущих пластин из ПСТМ "КИБОРИТ", ТЕХНОЛОГИЯ-2000., Одесса, 2000, с. 237-241.
- [6] Tanović LJ., Klimenko S.A, Specificnosti alata za obradu prevlaka postojanih na habanje, 28 Jupiter Konferencija, Zbornik radova, Beograd, 2002., s. 3.87-3.90.

WEARING OF CUTTING TOOLS MADE FROM SUPERHARD MATERIALS

Summary

The paper discusses wearing mechanisms of cutting tools made from superhard materials based on synthetic diamonds (SD) and cubic boronitride (CBN) during machining of corresponding materials. The research in tool wear domain analyzes the phenomena occurring in the machining zone. The paper also presents a part of research carried out and results obtained.



Mr S. Veselinović, S. Đurić, dr Lj. Đorđević, D. Erčević¹

PRIMENA NOVIH TEHNOLOŠKIH REŠENJA U PROJEKTOVANJU I IZRADI KABINA GRAĐEVINSKIH MAŠINA²

Rezime

U radu je dat kratak prikaz primene novih materijala i tehnologija u izradi karoserija i kabina mašina različite namene, pogonskih i transportnih sredstava, automobila i železnice. Primenom savremenih materijala postiže se poboljšanje ergonomskih i estetskih karakteristika ovih proizvoda i snižavanje troškova proizvodnje, čime se poboljšava tržišna pozicija proizvođača. Rad je nastao kao deo istraživanja u okviru projekta "Razvoj nove generacije građevinskih mašina čiju realizaciju sufinansira MNTR RS"

UVOD

Kod mobilnih mašina, kabina ima funkciju da zaštiti vozača od atmosferskih uticaja, kao i pri prevrtanju. Konstrukcija kabine mora biti tako izvedena da se vozač može smatrati sigurnim u njoj, kao i da mu je omogućen bezbedan rad i normalno upravljanje mašinom. S obzirom na potrebnu preglednost kompletnog prostora za rad rukovođa, kabine imaju velike površine obložene staklom. Krov kabine je obložen izolacionom materijalom, koji pruža i zaštitu od visokih temperatura.

Klasično izradjena kabina je sastavljena od kostura od čeličnih cevi na koji se privaruje čelični lim i elementi za pričvršćivanje, šarke za vrata, podizni prozor, profil za keder stakla itd. Na taj način izrađena kabina je relativno jeftina, ali zato ima niz nedostataka. Svako zavarivanje je izvor korozije i vitoperenja lima zbog unosa toplote. Lakiranje ne može biti efikasna zaštita od korozije koja je nastala usled zavarivanja i zato svaka takva kabina pre ili posle "procveta" na temperaturnu preopterećenim mestima. Zakivanje, ili upotreba zavrtnjeva prouzrokuje nešto manje korozije. Ako se upotrebljavaju različiti materijali za kostur i obloge (Fe - Al lim) ni jedan od navedenih načina nije poželjan zbog elektrokontaktne korozije.

Svi ovi nedostaci mogu se izbeći lepljenjem elemenata kabine, a posebno stakla. Elastično zalepljena laminarna stakla kod prevrtanja bilo koje mobilne mašine ne ispadaju, vozač ostaje u kabini pa se tako znatno smanjuju mogućnosti težih ozleda i smrti vozača. Pošto je poliuretanski lepak električni, toplotni i zvučni izolator, moguće je spajanje različitih materijala bez bojazni za nastanak elektrokorozijske, smanjuju se vibracije i buka, a moguće je sprečavanje nastanka toplotnih mostova. Pored navedenih prednosti i estetski izgled kabine je mnogo lepši, nisu potrebne oštre tolerancije kod izrade, magacin se rasterećuje od zaliha gumenih profila, zavrtnjeva, navrtki i podloški, a lepak nabavlja kad je potreban. U radu je dat opis tehnološkog postupka primene lepkova u procesu izrade kabina kao jedno od mogućih poboljšanja karakteristika kabina i snižavanja troškova proizvodnje.

¹ Mr Svetlana Veselinović, dipl.inž.maš., Sava Đurić, dipl.inž.maš. i Danijela Erčević, inž.tehn., Institut IMK "14.oktobar" Kruševac, 37000 Kruševac, "14.oktobra" 2, prof. dr Ljubodrag Đorđević, dipl.inž.maš. Mašinski fakultet Kraljevo, 36000 Kraljevo, Dositejeva 19:

² Rad je nastao u okviru projekta: "Razvoj nove generacije građevinskih mašina" čiju realizaciju sufinansira MNTR RS

OPIS PRIMENE LEPLJENJA U PROCESU PROIZVODNJE KABINA

Na unutrašnjoj i spoljnoj strani kostrukura kabine je moguće lepiti sve elemente i materijale koji se koriste za izradu kabine. U obzir dolaze razne kombinacije, zavisno od tehničkih rešenja i tehničkih zahteva konstrukcije. Moguće je lepiti: čelični i Al lim i profile, staklo, drvo, obojene metale plastiku, poliester, ABC, tvrdi i meki PVC, gumu itd. Lepkove i kitove za izradu kabina lepljenjem rade više proizvođača u svetu. Tehnološki postupak izrade konstrukcija lepljenjem sastoji u izvođenju sledećih operacija:

- Izrada delova i podsklopova
- Priprema površina za lepljenje
- Nanošenje lepka
- Pripajanje delova i podsklopova
- Sazrevanje lepka
- Završno čišćenje površina

Lepljene površine moraju biti obojene dvokomponentnim temeljnim ili pokrivnim bojama na bazi epoksida ili poliuretana. Boja mora biti sušena u peći, a ako je sušena na vazduhu, mora biti stara najmanje 48 časova.

Priprema površina za bojenje obavlja se mehaničkim čišćenjem. Površina mora biti čista suva i razmašćena. Sirovi metali zahtevaju obavezno čišćenje. S površine treba skinuti svu rđu, ostatke od valjanja, stare boje, prašine itd. U principu je potrebno nežno brušenje i obojenih površina pa tek onda čišćenje sa pucvalom ili tkaninom za čišćenje.

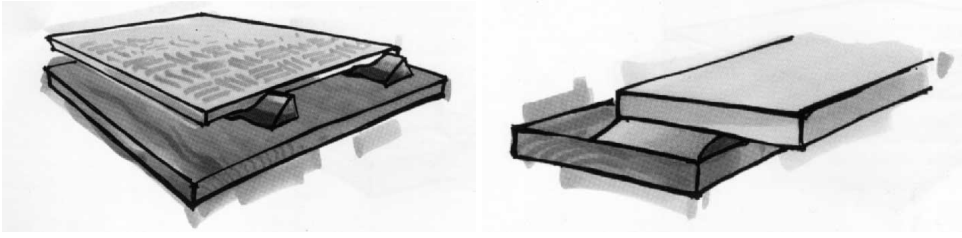
Posle čišćenja treba sve površine odmastiti odgovarajućim sredstvom. Čišćenje se obavlja čistom krpom, ili papirom za čišćenje. Krpa, ili papir ne smeju da ostavljaju za sobom vlakna. Krpu ili papir treba u toku čišćenja često puta savijati i uvek čistiti čistom stranom, Prljavu krpu ili papir treba zameniti. Čišćenje se vrši dok krpa na kraju ne postane čista. Staklo se čisti na isti način odgovarajućim sredstvom.

Pre sledeće tehnološke faze treba pričekati da sredstvo za čišćenje ispari. To je najmanje 15 minuta, a najviše 4 sata. Posle tog vremena treba postupak ponoviti. Odmašćuju se samo površine koje se lepe.

Kao i za bojenje, tako i za lepljenje, treba osigurati dobru pripremu površina lepka na površinu. To se postiže upotrebom prajmera na sirovim površinama metala i na staklima kao zaštita od UV zraka. Prajmer nije korozivna zaštita. Temeljne i pokrivne boje koje nisu na 2-komponentnoj bazi epoksida ili poliuretana, zahtevaju takođe upotrebu prajmera. S obzirom na svrhu upotrebe zalepljenog elementa posle lepljenja moguć je varijantni izbor prajmera. U principu preporučljiva je najjeftinija varijanta, koja ispunjava sve zadane zahteve. U pojedinim, retkim slučajevima, su potrebne prethodne probe.

Prajmer se nanosi četkom ili krpom, veoma tanko i u jednom potezu, odnosno u jednom smeru. Nanosi se samo na površine koje su očišćene, odnosno na površine koje se lepe. Posle nanosa prajmera treba sačekati da ispari. Isparavanje traje najmanje 30 minuta, a najviše 24 časa. Posle tog vremena treba postupak ponoviti. Za svaki slučaj, pre nanosa lepka, odnosno lepljenja, namazane površine se obrišu čistom i suvom krpom. Sve prajmere treba pre upotrebe dobro protresti. Posle upotrebe ambalažu treba odmah dobro zatvoriti.

S obzirom na vrstu materijala koji se lepi, namenu spoja, oprerećenje, temperaturno područje upotrebe itd. vrši se izbor lepka kao i materijala za fugovanje i zaptivanje. Za nanos lepka treba pripremiti šablon na plastičnom nastavku ambalaže sa lepkom. Oblik i dimenzije šablona određuju se proračunom zavisno od karakteristika spoja. Lepak se uvek nanosi samo na jednu stranu. U cilju izbegavanja stvaranja vazдушnih lunkera, lepak se uvek istiskuje u obliku gusenice preseka ravnostranog trougla kao na slici 1.



Slika 1. Izgled spoja ostvarenog lepljenjem

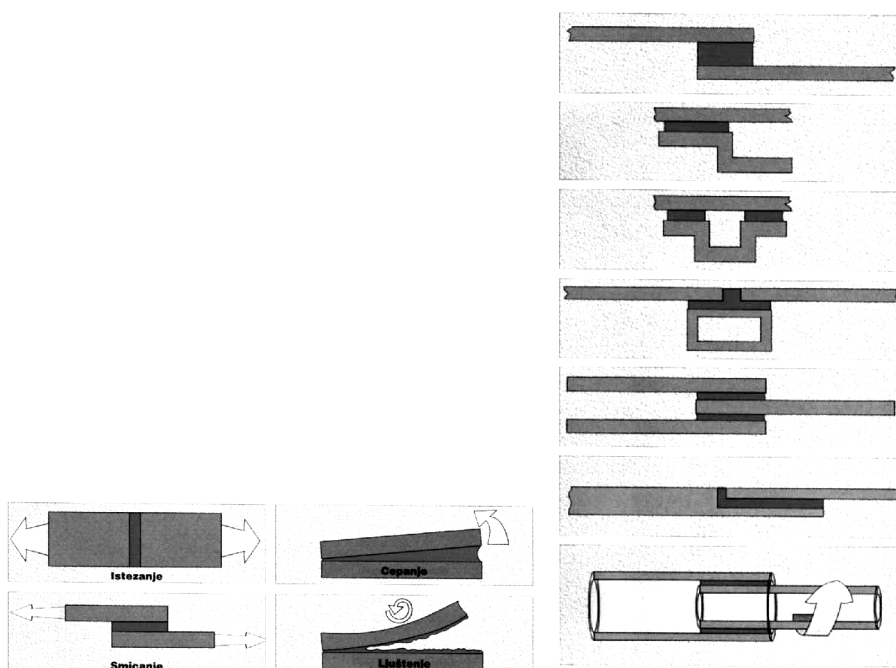
Postoje više vrsta materijala za lepljenje i zaptivanje. Mogu se svrstati u tri osnovne grupe:

Jednu grupu čine jake elastične mase od jednokomponentnog poliuretana za lepljenje i zaptivanje, koji posle reakcije sa vlagom prelazi u čvrst elastomer. Posle očvršćavanja mogu da se bruse i lakiraju. Nisu podložne koroziji. Imaju certifikat i za prehrambenu industriju. Područje upotrebe je široko. Primenju se u proizvodnji motornih vozila, karoserija, konternera, kamp prikolica, brodova i jahti, čamca, klima i ventilacionih uređaja itd. Mogu se spajati drvo, metali, laki metali, staklo, veštački materijali, poliester, osnovni i zavšni premazi (dvokomponentni sistemi).

Drugu grupu čine lepkovi za lepljenje konstrukcija od jednokomponentnih poliuretana visoke početne čvrstoće, elastičani, visoke mehaničke čvrstoće, otporni na koroziju i antistatičani su. Posle reakcije sa vlagom iz vazduha prelaze u čvrste elastomere. Mogu da se obrađuju brušenjem i da se lakiraju. Imaju certifikat za prehrambenu industriju. Primenjuju se za lepljenje dinamički opterećenih konstrukcija. Mogu se uspešno spajati drvo, metali, laki metali, veštački materijali, poliester, nemetali, osnovni i lakirani premazi (dvokomponentni). Boja lepka može biti bela, crna, crvena

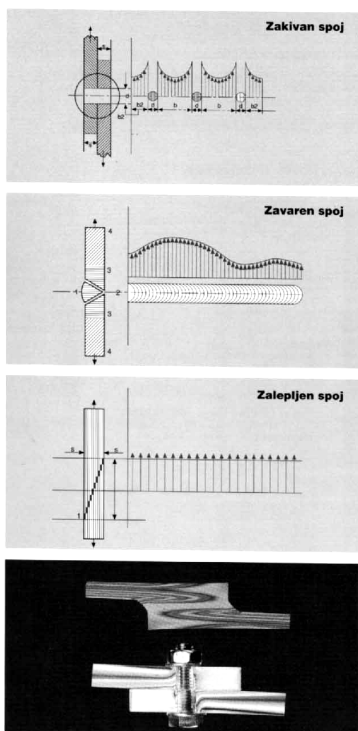
Treću grupu čine lepkovi za lepljenje velikih stakala na motornim vozilima, posebno na autobusima, vozovima, lokomotivama, traktorima, bagerima, kombajnima i sl. Ovo su jednokomponentni poliuretani visoke početne čvrstoće, elastičani, visoke mehaničke čvrstoće, otporni na koroziju, električki neprovodni. Posle reakcije sa vlagom iz okoline prelaze u čvrste elastomere. Imaju veoma dobru prionljivost na staklo i lakirane površine. Kod stakla sa keramičkom bordurom nije potreban prajmer. Nanose se na ivicu stakla ili na ivicu karoserije. Zbog veoma dobre sposobnosti zagladjivanja i UV stabilnosti s njima se mogu fugovati vidne ivice stakla. Njima se mogu lepiti staklo, lakirane površine (dvokomponentni sistemi boja), stari poliuretani, poliesteri, Al, drvo itd. Izrađuju se u crnoj boji.

Šematski prikaz spojeva i vrste opterećenja koja spojevi ostvareni lepljenjem mogu preneti dati su na slici 2



Slika 2. Šematski prikaz napona u zalepljenim spojevima

Prednosti primene tehnologije elastičnog lepljenja su sledeće: moguće je spajanje se istih ili različitih materijala, smanjuje se korzija, povećava se žilavost, ravnomeran je raspored napona u spojevima (Slika 3.), dobra je sposobnost prigušivanja, ne utiču na materijal i strukturu spojenih delova, omogućavaju visok stepen slobode oblikovanja, montaža i zaptivanje obavljaju se u jednom radnom taktu, postiže se visok stepen otpornosti na širenje prslina, ostvaruju se uštede u težini konstrukcije, spojevi su postojani na krivljenje, nema nikakvih oštećenja na površini lepljenih delova, spojevi se lako demontiraju, mali su troškovi pripreme, postižu se samozaptivnost i trajna elastičnost spoja, obezbeđuje se mogućnost lakiranja.



Slika 3. Raspored napona u spojevima ostvarenim zakivanjem, zavarivanjem i lepljenjem

Analize i ispitivanja koji su izvedeni na direktno zastakljenim kabinama mobilnih mašina pokazali su da elastični zalepljen spoj smanjuje frekvencije i vibracije konstrukcije. Trešenja se ravnomerno raspoređuju po čitavoj dužini zalepljenog spoja i tako znatno smanjuju mogućnost loma stakla. Elastično zalepljeni spojevi su nepropustljivi za vodu i vazduh, te su termički i električni izolatori. Problem elektrokontaktne korozije koji se pojavljuje u svim ostalim slučajevima sa elastično zalepljenim spojevima se potpuno eliminiše. Upotreba elastičnih lepkova, omogućuje znatnu uštedu u materijalu, a samim tim utiče i na smanjenje težine mašine. Pored toga znatno doprinosi novom dizajnu i projektovanju mobilnih mašina. Na slici 4. dat je izgled kabine izrađene lepljenjem.



Slika 4. Kabina izrađena uz primenu lepkova.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

U Institutu IMK “14.oktobar” Kruševac u toku je realizacija više projekata koji imaju za cilj osavremenjavanje projektnih rešenja proizvoda, poboljšanje njihovih performansi, uvođenje u primenu novih materijala i postupaka obrade, a u cilju zadovoljavanja tržišnih zahteva i opstanka na tržištu. U oblasti realizacije projekta uvođenja novih materijala za izradu kabina za građevinske mašine projektovana je i izrađena konstruktivna dokumentacija za izradu kabina lepljenjem. Primenom novih vezivnih materijala, lepkova i kitova, koje proizvode ih firme “Sika” i “Teroson” – “Loctite”, izbacuje se zavarivanje kao osnovna tehnologija za izradu zavrene strukture, ali i profili, čelični gumeni za vezu strakla i čelične strukture kabine. Takođe, premazima se obezbeđuje zvučna i toplotna izolacija, a uvodi se i monitornig sistem, što sve skupa uz klimatizovanu i zvučno izolovanu kabinu pored estetskih dovodi i do ergonomskih poboljšanja performansi mašina.

LITERATURA

1. Analiza postojećih i mogućnosti uvođenja novih tehnologija i materijala za izradu kabina, projekta: “Razvoj nove generacije građevinskih mašina” čiju realizaciju sufinansira MNTR RS, Institut IMK “14.oktobar” Kruševac, Kruševac, decembar 2002.
2. Tehnička dokumentacija IMK “14.oktobar” AD Kruševac
3. Prospektni i kataloški materijali i Tehnička uputstva proizvođača lepkova i zaptivnih materijala “Sika”, “Teroson” i “Loctite”

NEW TECHNOLOGY SOLUTION APPLICATION IN DESIGNING AND MANUFACTURING OF CABIN FOR CONSTRUCTION MACHINERY

Summary

In the paperwork is shown the review for new materials and technology application in construction of body and cabin for various purpose of machines, driving driving and transport means, cars and railways with modern materials application, the improvement of ergonomic and estetic characteristics and production cost reduction are reached, by which producer market position are iproved. The research work is done as a part of researching under project “New construction machinery generation realisation which realization investing MSTDRS.





Водолазская Н. В.¹⁾

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ РЕЗЬБОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА МНОГОЯРУСНОЙ РОТОРНОЙ СБОРКИ

Summary: In the article the selection of the optimum scheme of arrangement of threaded parts implements at implementation of process of rotor-multi-layered assembly with allowance for of all conditions of automatic assembly. The selected schemes of basing allow to aggregate a complex of parameters, such as compactness, continuity, flexibility, multi-layering of frames of a technological system, that promotes increase of a degree of quality of assembly of a threaded connections.

Одним из наиболее прогрессивных видов автоматической сборки резьбовых соединений является роторная сборка, осуществляемая на многоярусных машинах [1], которая представляет собой совокупность технологических, транспортных, энергетических и информационных блоков, выполняющих во времени и пространстве логические алгоритмы технологических функций процесса. Сочетание вышеперечисленных блоков приводит к тому, что конструкция такой сборочной машины имеет сложную структуру подсистем и элементов, их организации и порядка построения. Для создания общей методики конструирования компактной пространственно-ориентированной функциональной структуры автоматических роторных систем для сборки резьбовых соединений на многоярусных машинах необходимо решить комплекс задач, в частности, рассмотреть структурно-функциональные свойства данной системы. Эти свойства, прежде всего, будут определяться функциональными связями внутри автоматической системы роторного типа для сборки резьбовых соединений, реализация которой осуществляется на многоярусных машинах.

Кроме того, необходимо найти рациональную схему расположения резьбовых деталей в рабочих органах сборочной машины, при осуществлении основных этапов технологического процесса сборки резьбового соединения.

Для выбора наилучшей схемы базирования и ориентации, был проведен анализ роторной сборки болтов и гаек на многоярусных машинах. Предполагалось, что соединение резьбовых деталей может производиться с разных направлений и под разными углами: в частности, осуществляться вдоль вертикали, вдоль горизонтали, а также под произвольными углами к вертикали и горизонтали. Наибольший интерес представляет роторная сборка с горизонтальным и вертикальным расположением осей собираемой пары, а также два варианта взаимного расположения болта и гайки; когда в первом случае болт находится над гайкой, а во втором — под гайкой. От выбора схемы зависит вся компоновка многоярусной машины. Известно [2, 3, 4], что на работоспособность многоярусной машины значительное влияние оказывают пять основных параметров:

1. Способ подачи (Π) собираемых деталей к местам сборки (к установочным базам). Детали можно подавать принудительно либо за счет собственного веса.
2. Способ базирования (B) собираемых деталей, в зависимости от числа степеней свободы каждой детали
3. Число рабочих органов (P) — заталкивателей, пуансонов и т. д.
4. Способ выгрузки собираемых узлов из рабочего органа (B). Выгрузка собранных узлов может быть за счет использования собственного веса либо принудительно.
5. Схема управления процессом сборки ($У$).

Для роторной сборки болта с гайкой на многоярусной машине предикативную взаимосвязь между элементами Π , B , P можно выразить в виде конъюнкции в строчках $\Pi \wedge B \wedge P$. Заданная конъюнкция будет оптимальной при абсолютной истине всех параметров. Под истинностью каждого параметра понимаем:

¹⁾ Водолазская Н. В., Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина,
e-mail: vodolazska@kmt.donetsk.ua

- P_c и P_b -истинно при загрузке болтов и гаек за счет собственного веса;
- B_c (база болта) и B_b (база гайки) — истинны при наличии самоустановки «плавающих» баз;
- $P_{c,b}$ —истинно при минимуме рабочих органов;
- $V_{c,b}$ — истинно при использовании собственного веса;
- U — истинно при минимальной схеме управления.

В предикативном классификаторе (таблица1) сборки болта C с гайкой B даны три вида базирования: жесткое, когда детали C и B имеют ограниченное число степеней свободы (не более двух) и смешанное, когда деталь C «плавает», а B находится на жесткой базе и наоборот [5]. Варианты роторной сборки, когда резьбовые детали C и B имеют более двух степеней свободы не учитываются, поскольку такой вид базирования приводит к усложнению конструкции ориентирующих устройств роторно-многоярусных машин. В классификаторе рассмотрены различные варианты применения рабочих органов: когда вращается вокруг своей оси только болт или только гайка, что видно из наличия числа степеней свободы и связей. Опущены схемы роторной сборки, допускающие вращение болта и гайки одновременно, так как это увеличивает вероятность срыва первых витков резьбы и заклинивания. По мнению ряда авторов [6], целесообразнее осуществлять вращение только одной детали, но при этом наживление может происходить с определенной угловой скоростью, а дальнейшее завинчивание допускается с большей угловой скоростью, регулировка которой осуществляется специальным вариатором скорости.

В предикативном классификаторе роторной сборки болта с гайкой не рассмотрена выгрузка резьбового соединения, так как конструкция роторно-многоярусной машины предполагает наличие транспортных роторов, которые обеспечивают вертикальную выгрузку собираемой пары (эскизы 1-12). При исследовании классификатора необходимо учитывать, что абсолютно жесткое базирования обеих резьбовых деталей, при наличии малейшего перекоса осей и (или) их смещении препятствует осуществлению роторной сборки, т.к. может приводить к срыву первых витков резьбы или заклиниванию. Следовательно, схемы 1, 4, 7, 10 невозможно использовать из-за вероятности нарушения протекания цикла сборки. Схемы 5, 6, 8, 9 приводят к значительному усложнению сборочной машины из-за того, что потупательно-вращательное движение, являющееся основным при сборке резьбовых деталей, выполняет деталь, находящаяся снизу. Т. е. Сборочный блок должен быть снабжен устройством, обеспечивающим равномерный его подъем. Анализируя оставшиеся схемы классификатора с учетом всех условий автоматической сборки, можно заключить, что оптимальным вариантом реализации роторно-многоярусной сборки болта с гайкой являются схемы 2 и 12. Так как вращение детали C , наличие у нее «плавающих» баз и расположение ее над деталью B в схеме 2 и вращение детали B , наличие у нее «плавающих» баз расположение ее над деталью C в схеме 12 обеспечивают надежную сборку. При разработке конструкции роторно-многоярусной машины для сборки резьбового соединения использование выбранных схем базирования резьбовых деталей позволит объединить комплекс показателей, таких как компактность, непрерывность, гибкость, многоярусность структур технологической системы, что способствует повышению уровня качества сборки резьбового соединения, следовательно, расширяет технологические возможности машины и повышает ее производительность.

Литература

- [1] Водолазская Н. В.: *Анализ технологических процессов сборки резьбовых соединений*, International scientific conference UNITECH'02. Proceedings. Gabrovo, Bulgaria, 21-22 November 2002. P.359-361.
- [2] Клусов И. А.: *Технологические системы роторных машин*, М.: Машиностроение, 1976 - 231 с.
- [3] Кошкин Л. Н.: *Комплексная автоматизация на базе роторных линий*, Изд-во 2-е, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1972 - 351 с.
- [4] Шерешевский Н. И.: *Анализ и синтез многоярусной сборки*, М.: Машиностроение, 1971. - 248 с.
- [5] Водолазская Н. В., Михайлов А.Н., Петрусенко А. Л.: *Систематизация предикативных взаимосвязей в технологическом процессе роторной сборки резьбовых соединений*, Прогрессивные технологии и системы машиностроения // Международный сборник научных трудов. Выпуск 20. - Донецк, 2002. С. 64-70.
- [6] *Механизация и автоматизация сборочных работ на машиностроительных предприятиях* / Б. М. Арпентьев, А. С. Зенкин, А. Н. Куцын - К.: Техника, 1994 - 232 с.

Таблица 1: Предикативный классификатор роторной сборки болта с гайкой

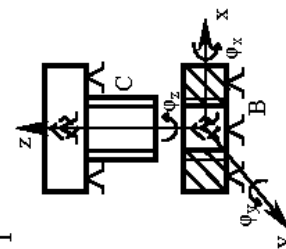
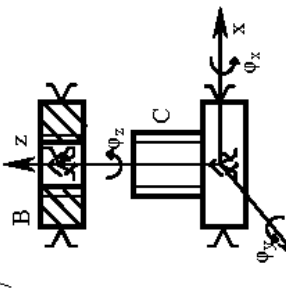
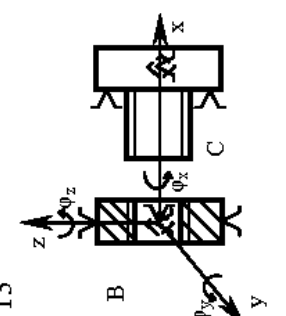
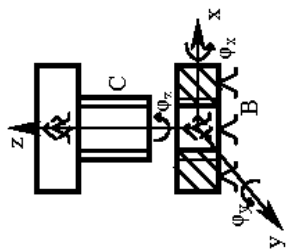
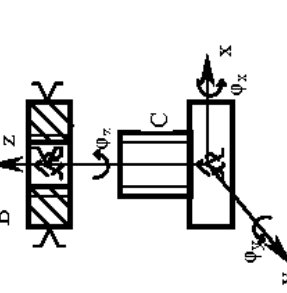
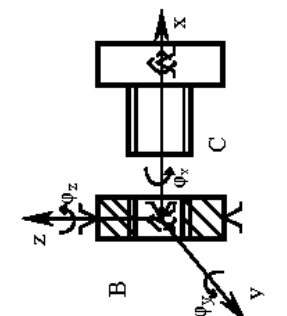
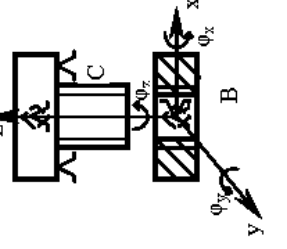
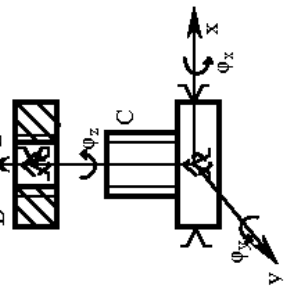
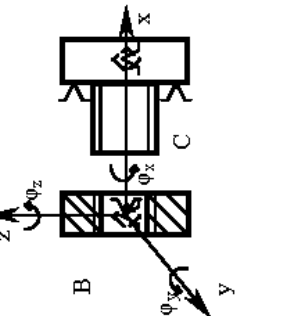
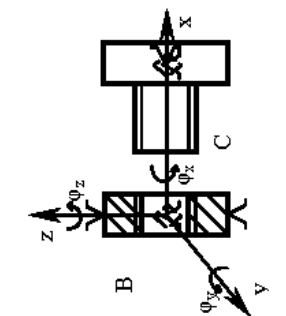
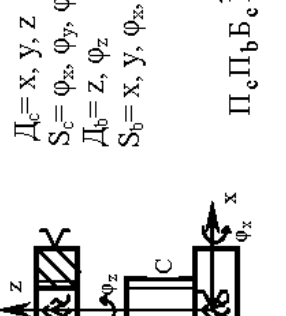
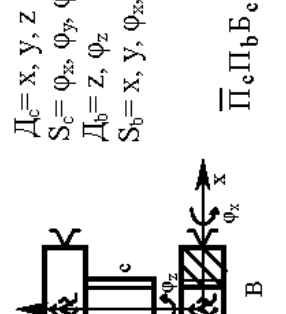
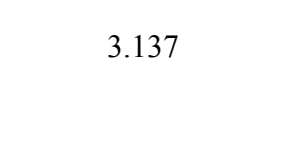
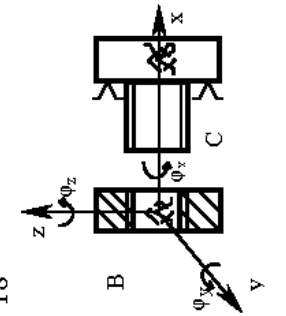
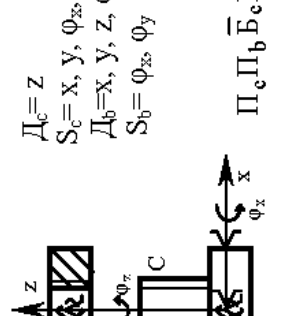
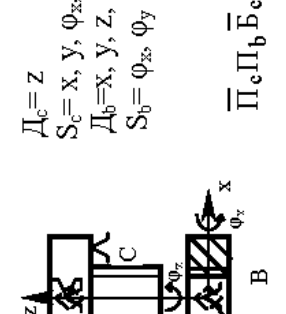





	Эскиз резьбового соединения с вертикальными расположенными осями	Условия связи и движения. Предикат оптимальности	Эскиз резьбового соединения с вертикальными расположенными осями	Условия связи и движения. Предикат оптимальности	Эскиз резьбового соединения с вертикальными расположенными осями	Условия связи и движения. Предикат оптимальности
Газоразрядная	1	 <p>$D_c = Z, \varphi_z = 2$ $S_c = X, Y, \varphi_x, \varphi_y = 4$ $D_b = Z = 1$ $S_b = X, Y, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z = 5$</p> <p>$\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b P_c \bar{P}_b$</p>	7	 <p>$D_c = Z, \varphi_z = 2$ $S_c = X, Y, \varphi_x, \varphi_y = 4$ $D_b = Z = 1$ $S_b = X, Y, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z = 5$</p> <p>$\Pi_c \Pi_b \bar{B}_c \bar{B}_b P_c \bar{P}_b$</p>	13	 <p>$D_c = X, \varphi_x = 2$ $S_c = Y, Z, \varphi_y, \varphi_z = 4$ $D_b = X = 1$ $S_b = Y, Z, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z = 5$</p> <p>$\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b P_c \bar{P}_b$</p>
	2	 <p>$D_c = X, Y, Z, \varphi_z = 4$ $S_c = \varphi_x, \varphi_y = 2$ $D_b = Z = 1$ $S_b = X, Y, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z = 5$</p> <p>$\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b P_c \bar{P}_b$</p>	8	 <p>$D_c = X, Y, Z, \varphi_z = 4$ $S_c = \varphi_x, \varphi_y = 2$ $D_b = Z = 1$ $S_b = X, Y, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z = 5$</p> <p>$\Pi_c \Pi_b \bar{B}_c \bar{B}_b P_c \bar{P}_b$</p>	14	 <p>$D_c = X, Y, Z, \varphi_x = 4$ $S_c = \varphi_y, \varphi_z = 2$ $D_b = X = 1$ $S_b = Y, Z, \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z = 5$</p> <p>$\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b P_c \bar{P}_b$</p>
	3	 <p>$D_c = Z, \varphi_z = 2$ $S_c = X, Y, \varphi_x, \varphi_y = 4$ $D_b = X, Y, Z, \varphi_z = 3$ $S_b = \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z = 3$</p> <p>$\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b P_c \bar{P}_b$</p>	9	 <p>$D_c = Z, \varphi_z = 2$ $S_c = X, Y, \varphi_x, \varphi_y = 4$ $D_b = X, Y, Z, \varphi_z = 3$ $S_b = \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z = 3$</p> <p>$\Pi_c \Pi_b \bar{B}_c \bar{B}_b P_c \bar{P}_b$</p>	15	 <p>$D_c = X, \varphi_x = 2$ $S_c = Y, Z, \varphi_y, \varphi_z = 4$ $D_b = X, Y, Z, \varphi_z = 3$ $S_b = \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z = 3$</p> <p>$\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b P_c \bar{P}_b$</p>
Жесткое						

Таблица 1 (продолжение): Предикативный классификатор роторной сборки болта с гайкой

	Жесткое	Вид	Деталь С плавает	Деталь В плавает
4	 <p> $D_c = Z$ $S_c = X, Y, \varphi_{zs}, \varphi_z = 5$ $D_b = Z, \varphi_z = 2$ $S_b = X, Y, \varphi_{zs}, \varphi_y = 4$ $\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>	 <p> $D_c = X, Y, Z = 3$ $S_c = \varphi_{zs}, \varphi_y, \varphi_z = 3$ $D_b = Z, \varphi_z = 2$ $S_b = X, Y, \varphi_{zs}, \varphi_y = 4$ $\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>	 <p> $D_c = Z$ $S_c = X, Y, \varphi_{zs}, \varphi_y, \varphi_z = 5$ $D_b = X, Y, Z, \varphi_z = 4$ $S_b = \varphi_{zs}, \varphi_y = 2$ $\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>	 <p> $D_c = X$ $S_c = Y, Z, \varphi_{zs}, \varphi_y, \varphi_z = 5$ $D_b = X, Y, Z, \varphi_x = 4$ $S_b = \varphi_y, \varphi_z = 2$ $\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>
10	 <p> $D_c = Z$ $S_c = X, Y, \varphi_{zs}, \varphi_y, \varphi_z = 5$ $D_b = Z, \varphi_z = 2$ $S_b = X, Y, \varphi_{zs}, \varphi_y = 4$ $\Pi_c \Pi_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>	 <p> $D_c = X, Y, Z = 3$ $S_c = \varphi_{zs}, \varphi_y, \varphi_z = 3$ $D_b = Z, \varphi_z = 2$ $S_b = X, Y, \varphi_{zs}, \varphi_y = 4$ $\Pi_c \Pi_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>	 <p> $D_c = Z$ $S_c = X, Y, \varphi_{zs}, \varphi_y, \varphi_z = 5$ $D_b = X, Y, Z, \varphi_z = 4$ $S_b = \varphi_{zs}, \varphi_y = 2$ $\Pi_c \Pi_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>	 <p> $D_c = X$ $S_c = Y, Z, \varphi_{zs}, \varphi_y, \varphi_z = 5$ $D_b = X, Y, Z, \varphi_x = 4$ $S_b = \varphi_y, \varphi_z = 2$ $\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>
16	 <p> $D_c = X$ $S_c = Y, Z, \varphi_{zs}, \varphi_y, \varphi_z = 5$ $D_b = X, \varphi_x = 2$ $S_b = Y, Z, \varphi_y, \varphi_z = 4$ $\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>	 <p> $D_c = X, Y, Z = 3$ $S_c = \varphi_{zs}, \varphi_y, \varphi_z = 3$ $D_b = X, \varphi_x = 2$ $S_b = Y, Z, \varphi_y, \varphi_z = 4$ $\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>	 <p> $D_c = X$ $S_c = Y, Z, \varphi_{zs}, \varphi_y, \varphi_z = 5$ $D_b = X, Y, Z, \varphi_x = 4$ $S_b = \varphi_y, \varphi_z = 2$ $\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>	 <p> $D_c = X$ $S_c = Y, Z, \varphi_{zs}, \varphi_y, \varphi_z = 5$ $D_b = X, Y, Z, \varphi_x = 4$ $S_b = \varphi_y, \varphi_z = 2$ $\bar{\Pi}_c \bar{\Pi}_b \bar{B}_c \bar{B}_b \bar{P}_c P_b$ </p>

Zeković S.¹

PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE I KONCEPT FLEKSIBILNE TEHNOLOŠKE ČELIJE ZA BRZU IZRADU PROTOTIPOVA METALNIH DJELOVA

Rezime

U radu je prezentovan jedan pristup hibridnom postupku brze izrade prototipova od metala tehnologijama zavarivanja i CNC glodanja kao i koncept FTC koja predstavlja tehnički sistem za realizaciju jednog ovakvog postupka.

Ključne riječi: Brza izrada prototipova, FTC, zavarivanje, CNC glodanje

1. UVOD

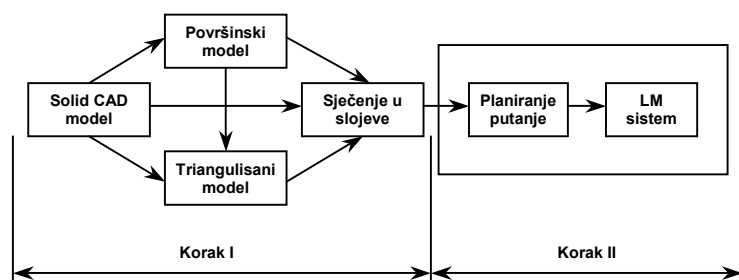
Brza izrada prototipova (RP - Rapid Prototyping) odnosi se na familiju modernih tehnologija koje izrađuju trodimenzionalni solid model pod kontrolom računara. RP tehnologije podrazumijevaju preslikavanje 3D solid modela u realni objekat i uglavnom su aditivne.

Većina dosada razvijenih tehnika brze izrade prototipova mogu proizvesti prototipove od voska, plastike, najlona, hartije i polikarbonata. Mehaničke karakteristike djelova su ograničene primijenjenim materijalom, tako da u većini slučajeva zahtijevane "inženjerske karakteristike" se ne mogu postići. Metalni djelovi sa visokim kvalitetom površina, tačnim dimenzijama i visokom čvrstoćom ne mogu se dobiti direktno. Industrija je pokazala veliko interesovanje za dalji razvoj postojećih i kreiranje novih tehnika brze izrade prototipova koje će biti u mogućnosti da direktno proizvedu metalne djelove. Kada budu dobijeni, metalni djelovi će imati više prednosti u odnosu na plastične djelove, kao što su visoka čvrstoća, veća otpornost na udar i žilavost kao i duže trajanje. Osim toga, takav prototip će biti moguće testirati u praktičnim radnim uslovima.

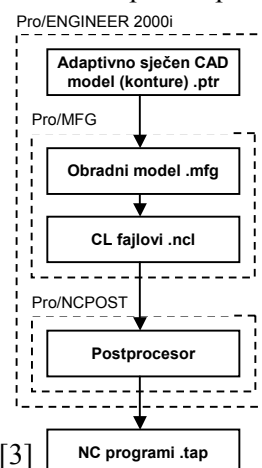
Postoji više metoda brze izrade metalnih prototipova kao što su lasersko sinterovanje, povezivanje metalnih folija, nanošenje metala termalnim sprejem itd. Međutim zavarivanje predstavlja rijetku standardnu tehnologiju koja se koristi u brzjoj izradi prototipova. Primjena zavarivanja u izradi djelova nanošenjem metala nije nova i datira od šezdesetih godina prošlog vijeka.

2. HIBRIDNA TEHNOLOGIJA IZRADU PROTOTIPOVA METALNIH DJELOVA

Međutim 3D zavarivanje ipak ne može da generiše djelove dimenzija u propisanim tolerancijama kao ni potreban kvalitet površina. Zbog toga se ono integriše u jedan hibridni postupak zajedno sa 2½ CNC glodanjem. Ovaj računarom kontrolisan hibridni LM (Layered Manufacturing) postupak će integrisati jedan zatvoren lanac kontrolisanog MIG procesa, koji obezbjeđuje kontrolisani transfer mase i toplote i preciznu



Slika 1. Transfer CAD modela u RP sistem [2]



Slika 2. Projektovanje tehnologije [3]

¹ Mr Srdja Zeković, dipl.inž.maš., Mašinski fakultet, Podgorica, srdjaz@cg.ac.yu

kontrolu prijanjanja slojeva, sa 2½-osnim CNC operacijama glodanja, koje sa druge strane obezbjeđuju dimenzionu tačnost, visok kvalitet i omogućavaju izradu kompleksnih geometrijskih elemenata sa oštrim ivicama. Integracija ova dva procesa u jednu računarsku kontrolisanu platformu može drastično redukovati vrijeme ciklusa od CAD modela do izrade kompleksnih metalnih komada ili alata spremnih za proizvodnju [1].

Kao softverska osnova za transfer CAD modela u LM sistem pogodno je koristiti softverski paket Pro/ENGINEER. Projektovanje tehnologije izrade i njena realizacija obuhvata korak 2 na slici 1. 3D solid model se adaptivno sječe u slojeve prema zadatoj tačnosti i kvalitetu površine [2]. Dobijeni su 2D presjeci koji predstavljaju konture prototipa na odgovarajućim visinama. Ovako uvezene 2D konture u Pro/ENGINEER predstavljaju podlogu za projektovanje tehnologije nanošenja materijala zavarivanjem i mašinske obrade glodanjem u Pro/MFG modulu u funkciji jednog hibridnog sistema za brzu izradu prototipova. Kao izlaz će se dobiti NC programi koji će upravljati kretanjem žičane elektrode i glodačkog alata. Koncept postupka projektovanja tehnologije hibridne izrade prototipova je predstavljen na slici 2.

2.1. Projektovanje tehnologije nanošenja materijala zavarivanjem

2D konture koje se uvoze u Pro/ENGINEER se nalaze u jednom .PRT fajlu i koristićemo ih prvo kao osnovu za projektovanje sekvenci nanošenja metala sloj po sloj zavarivanjem. Postupak će se odvijati u Pro/MFG modulu u odgovarajućem .MFG fajlu.

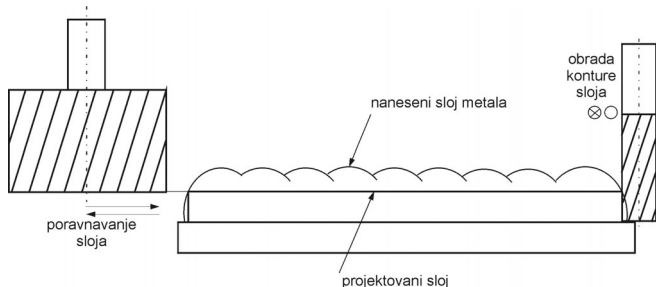
Naravno ovdje će se projektovati samo trajektorija kretanja žičane elektrode, odnosno zavarivačke glave prilikom nanošenja metala dok ćemo za sada ostale parametre procesa zavarivanja zanemariti. Pretpostavljamo da polazimo od podataka dobijenih iz jedne baze podataka o zavarivanju koja sadrži podatke o jačini i naponu struje, brzini dovođenja žičane elektrode, debljini žice, materijalu žice, brzini zavarivanja, rastojanju vrha žice od podloge, dužini izvučene žice iz nosača elektrode da bi se dobila potrebna širina i visina traga zavarenog materijala. U ovom slučaju uzimaju se podaci o: debljini žice, brzini zavarivanja, rastojanju vrha žice od podloge, širini i visini traga zavarenog materijala.

Ovdje ćemo uzeti da se obrada izvodi "glodanjem na 3-osnoj CNC glodalici". Glodanje se može smatrati negativom od procesa zavarivanja, pa je namjera da se sekvence glodanja iskoriste kao sekvence zavarivanja pri čemu umjesto glodala stavljamo elektrodu i naravno ne zadajemo obrtno kretanje alata već samo posmak. Kao alat sa zadaje fiktivno glodalo čiji je dijametar jednak debljini žičane elektrode.

Za projektovanje putanje alata pri zavarivanju koriste se dva od po definiciji zadatih tipova sekvenci. Jedan od njih je *Conventional Surface Milling* koji se u svojoj osnovnoj namjeni koristi za obradu ograničenih površina glodanjem. On se koristi zbog toga što glodalo treba da "prebriše" cijelu horizontalnu površinu, a to u potpunosti odgovara slučaju kada zavarivanjem treba nanijeti materijal na cijelom presjeku, odnosno regionu kojeg obuhvataju 2D konture prototipa. Drugi tip sekvenci je *Profile Milling* koji je u osnovi namijenjen za glodanje vertikalnih površina vretenastim glodalom, a pogodan je za nanošenje materijala na spoljnim i unutrašnjim konturama presjeka. Posebno nanošenje materijala na konturama se vrši zbog toga što se *Conventional Surface Milling* sekvencom materijal nanosi *zig-zag* strategijom što na konturama dovodi do neravnomjernog nanošenja i šupljina na spoljnim i unutrašnjim površinama. Zato se materijal na konturama nanosi sekvencom *Profile Milling* i obezbjeđuje se ravnomjeran raspored materijala na spoljnim i unutrašnjim površinama.

2.2. Projektovanje tehnologije obrade glodanjem materijala nanesenog zavarivanjem

Geometrija nanesenog sloja metala u odnosu na projektovanu geometriju sloja ima izgled kao na slici 3. Da bi se dobila projektovana geometrija slojeva prototipa, neophodno je vršiti obradu glodanjem. Postoje dva slučaja obrade. Prvi je kada naneseni sloj poravnavamo da bismo dobili projektovanu visinu datog sloja (navarivanjem se dobija nešto veća visina sloja da bismo je kasnije doveli na tačnu mjeru). Obrada se vrši čeonim glodalom ili glodačkom glavom. Drugi slučaj je obrada konture nanesenog materijala da bi se dobila projektovana kontura datog sloja. Obrada se vrši vretenastim glodalom čiji dijametar zavisi od detalja na



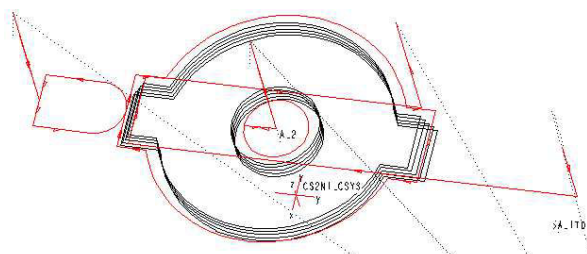
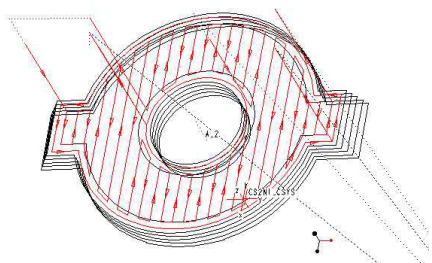
Slika 3. Obrada nanesenog sloja [3]

konturi (posebno od oštih uglova i radijusa). Ovi postupci prikazani na slici 3 se obavljaju za svaki sloj nakon njegovog nanošenja zavarivanjem.

Kao i kod projektovanja tehnologije zavarivanja za projektovanje tehnologije obrade glodanjem koriste se kao podloga iste 2D konture. Postupak će se odvijati u Pro/MFG modulu za svaki sloj kao i kod zavarivanja i u istom .MFG fajlu. Međutim posao je ovdje mnogo olakšan jer se vrši

obrada rezanjem za koju je ovaj softver i projektovan. Dakle, koristi se isključivo standardna procedura.

Za poravnavanje slojeva koristi se tip sekvenci *Face Milling* koja je i namijenjena za obradu glodanjem ravnih horizontalnih površina čeonim glodalom ili vretenastim glodalom. Postavljanje parametara obrade je standardna procedura i oni moraju biti usaglašeni sa režimima rezanja i karakteristikama alata i mašine na kojoj će se izvoditi obrada. Kod obrade profila slojeva koristi se tip sekvenci *Profile Milling* koja je namijenjena za obradu vertikalnih površina vretenastim glodalom. Alat za obradu biramo u zavisnosti od geometrije konture koja se obrađuje. Zadavanje parametara je standardna procedura i parametri se biraju u skladu sa režimima rezanja i karakteristikama alata i mašine na kojoj će se obrada realizovati.



Slika 4. Simulacija nanošenja materijala [3] Slika 5. Simulacija obrade nanosenog sloja [3]

Nakon zadavanja parametara startuje se simulacija sekvence (slike 4, 5), provjerava se ispravnost trajektorije alata i CL fajla i po potrebi vrši korekcija, a nakon toga se sekvenca memoriše. Za svaki sloj prototipa se generišu CL fajlovi za obje vrste sekvenci koji se postprocesiraju i dobijaju se NC programi za CNC mašinu na kojoj će se vršiti obrada. Sukcesivnim izvršavanjem, NC programa za nanošenje i obradu slojeva za svaki sloj, realizuje se hibridni postupak izrade određenog prototipa.

3. KONCEPT FTC ZA HIBRIDNU RP TEHNOLOGIJU

Kombinovanjem ovih standardnih tehnologija u mašinskoj industriji može formirati jedan hibridni LM metod. Za realizaciju ovog metoda potrebno je projektovati i hibridni sistem koji će predstavljati kombinaciju tehničkih sredstava neophodnih za realizaciju navedenih tehnologija. Dakle, potrebno je uključiti u sistem opremu za zavarivanje što većeg nivoa automatizacije, NC i CNC mašine alatke ili obradne centre (odnosno mašine konstruisane od njihovih modula), sisteme za manipulaciju alatima i radnim komadima. Naravno, potrebno je obezbijediti autonoman rad cijelog sistema, upravljani sa jednog mjesta pomoću centralnog računara.

Idejom hibridnih RP sisteme se već bavi više istraživačkih centara koji su ostvarili značajne rezultate. To su dvije SDM razvojne laboratorije, prva na Carnegie Mellon University [4] i druga na Stanford University, kao i RCAM istraživački centar na Southern Methodist University [1].

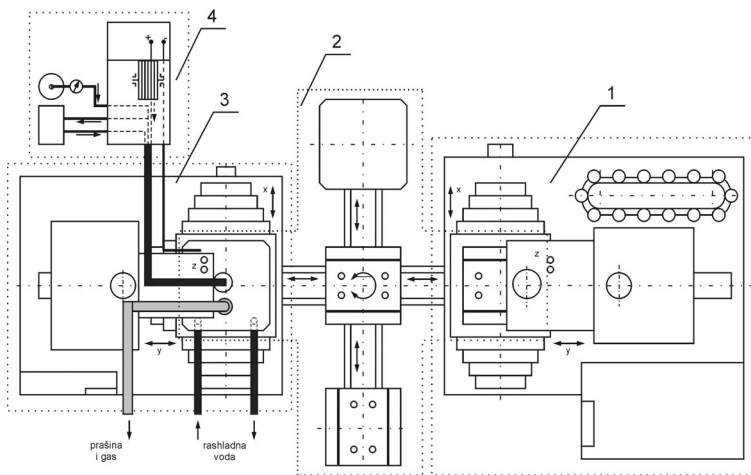
Integracija standardnih RP tehnologija (SL - Stereolithography) u FTS je pokazala jako dobre rezultate. Sofisticirani RP sistemi povezani sa fleksibilnošću koja karakteriše FTS značajno doprinose povećanju kvaliteta izrade prototipova, skraćenju vremena izrade i smanjenju troškova izrade. Ovakva uspješna integracija obezbijediće iskorišćenje punog potencijala RP tehnologije u agilnoj proizvod [5].

Prema razmatranjima i pregledu dosadašnjih dostignuća vidi se da gradnja jednog hibridnog sistema za brzu izradu prototipova nekim od LM metoda podrazumijeva integraciju više tehnologija. U ovom slučaju se razmatraju tehnologije zavarivanja i obrade glodanjem podržane CNC tehnologijom. Potrebno je realizovati obradu na više CNC radnih stanica uz obezbjeđenje manipulacije radnim komadima i automatske izmjene alata kao i jedinstveno upravljanje cijelim sistemom.

Na osnovu ovih potreba i izloženog u prethodnim poglavljima može se vidjeti da bi koncept FTC bio tehnološki opravdan u izgradnji jednog hibridnog sistema za brzu izradu prototipova tehnologijama zavarivanja i obrade glodanjem. Naravno, primjena FTC bi bila i ekonomski opravdana ukoliko bi primjenjena oprema funkcionisala u sastavu jednog većeg sistema (što je omogućeno fleksibilnošću CNC tehnologije), kada se ne koristi za izradu rezervnih djelova i prototipova.

Koncept FTC obuhvata tri podsistema: obradni sistem, sistem toka materijala i upravljački sistem. Strukturu koncepta FTC [3] predstavljene na slici 6 čine ova tri podsistema sa segmentima:

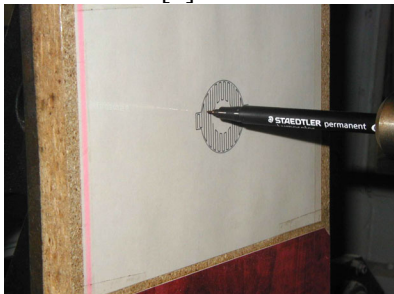
- Obradni sistem:
 - CNC obradni centar za obradu glodanjem (1),
 - CNC glodalica za nošenje zavarivačke glave (3),
 - jedinica za zavarivanje MIG (4).
- Sistem toka materijala - paletni transportni sistem (2).
- Upravljački sistem - DNC upravljački sistem.



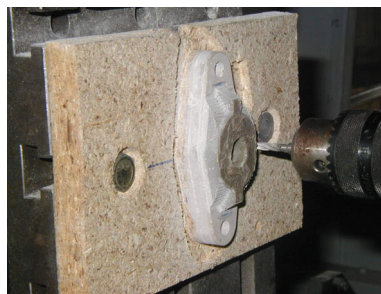
Slika 6. Koncept FTC za brzu izradu prototipova [3]

Zbog neposjedovanja adekvatne opreme nije bilo moguće u potpunosti realizovati postupak izrade prototipova hibridnom tehnikom nanošenja metala zavarivanjem i obradom glodanjem. Prvenstveno nije bilo mogućnosti obaviti postupak nanošenja metala zavarivanjem. Međutim, moguće je bilo simulirati kretanje alata (elektrodne žice) koji bi u realnom procesu nanosio materijal, dok je umjesto metala ručno nanošen dvokomponentni poliester kit sa staklenim vlaknima. Postupak mašinske obrade glodanjem je, naravno, bilo moguće u potpunosti realizovati. Projektovanje prototipova, njihovo geometrijsko procesiranje i projektovanje tehnologije

izrade je bilo moguće u potpunosti realizovati. Eksperimentalni set se sastojao od: PC računara, RS232 interfejsa sa strujnom petljom i CNC obradnog centra ILR - HMC 500/40. Segmenti eksperimenta dati su na slikama 7 – 9 [3].



Slika 7. Simulacija nanošenja [3]



Slika 8. Obrada sloja [3]



Slika 9. Izrađen prototip [3]

4. ZAKLJUČAK

Integriranjem RP tehnologije u FTS dobijaju se FTS za brzu izradu prototipova koji omogućavaju poboljšanje tačnosti izrade prototipova, veću brzinu izrade i manje troškove. Sve je ovo veoma važno sa aspekta koncepta agilne proizvodnje. Predstavljena hibridna tehnologija može se realizovati kombinovanjem standardne visoko automatizovane opreme za zavarivanje i CNC mašinske opreme. Međutim da bi se postigli maksimalni efekti u pogledu tačnosti, brzine i troškova izrade komponuje se jedna FTC koja predstavlja jezgro za dalju integraciju ove hibridne LM tehnologije u veće FTS za izradu prototipova, rezervnih djelova i standardnih proizvoda istovremeno. Na taj način bi se maksimalno iskoristile prednosti RP tehnologije i fleksibilne automatizacije u agilnoj proizvodnji.

5. LITERATURA

- [1] Laboratory for Rapid Prototyping and Manufacturing, RCAM, Southern Methodist University, Dallas, Texas, USA, Available: [//www.seas.smu.edu/rcam](http://www.seas.smu.edu/rcam), 20.02.2002..
- [2] Zeković S., Bojanić P., Problem generisanja ravanskih presjeka CAD modela radnih predmeta za potrebe tehnologija brze izrade prototipova, 29. Savetovanje Proizvodnog Mašinstva Jugoslavije, Beograd, 2002.
- [3] Zeković S., Prilog razvoju hibridnog sistema za brzu izradu prototipova radnih predmeta procesima zavarivanja i glodanja uz primjenu CNC tehnologije, Magistarska teza, Mašinski fakultet, Beograd, 2002.
- [4] Shape Deposition Manufacturing (SDM), The Robotics Institute, Carnegie Mellon's University, Pittsburgh, USA, Available: <http://www-2.cs.cmu.edu/People/sdm/index.html>.
- [5] Onuh S.O., Hon K.K.B., Integration of rapid prototyping technology into FMS for agile manufacturing, Integrated Manufacturing Systems, Vol. 3, No. 12, 179-186, 2001.

DESIGN OF TECHNOLOGY AND CONCEPT OF FLEXIBLE TECHNOLOGY CELL FOR RAPID PROTOTYPING OF METAL PARTS

Resume

In this paper an approach to hybrid rapid prototyping of metal parts by welding and CNC milling is presented. A concept of FTC as technical system for application of this technique is also given.

Key words: Rapid Prototyping, FTC, welding, CNC milling



Zeljковић, M.¹, Andrić, J.², Milojević, Z.¹, Navalušić, S.¹, Mihić, N.²

RETROFITING BRUSILICA NA PRIMERU CNC BRUSILICE ZA SPECIJALNE NAMENE³

Rezime

Rad sadrži neke od rezultata jednogodišnjih istraživanja sprovedenih na Institutu za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu u cilju razvoja metodologije projektovanja modifikovanih rešenja brusilica za specijalne namene. Pri tome se posebno ukazuje na razvijeno softversko rešenje ciklusa za profilisanje tocila.

1.0 UVOD

Stepen razvijenosti, stanje i tendencije razvoja mašinske industrije jedne zemlje direktno pokazuju i stepen njene tehničko - tehnološke razvijenosti. U okviru mašinske industrije veoma značajno mesto zauzima proizvodnja i korišćenje mašina alatki. Potvrdu ovome daje činjenica da su najrazvijenije zemlje sveta ujedno i najveći proizvođači i potrošači mašina alatki.

Istorijat razvoja mašina alatki karakteriše veći broj padova i uspona, koji su uzrokovani kako tržišnim, tako i političkim razlozima. Trend i intenzitet razvoja mašina alatki je usko povezan sa razvojem njihovih osnovnih komponenti: noseće strukture, vođice, ležišta, pogona i upravljanja [1]. Najveći napredak u poslednjih tridesetak godina se dogodio u području upravljanja. Od konvencionalnog procesa gde radnik obavlja sve operacije i stalno je prisutan kod mašine do potpuno automatizovanog procesa bez prisustva radnika[2].

Svetski trendovi, usponi i padovi u razvoju, proizvodnji i potrošnji mašina alatki direktno se oslikavaju i kod domaćih proizvođača i potrošača. Pad proizvodnje u industriji mašina alatki koji je počeo početkom devedesetih godina dvadesetog veka konačno je zaustavljen 1996 g, posmatrano u svetskim okvirima. Kako se konstatuje u [4] stanje fabrika mašina alatki u 2002 godini u našoj zemlji karakteriše: zastareli proizvodi koje ne prihvata zapadno tržište, zastareo mašinski park, veliki gubici, nedostatak kredita i izvoznih poslova, nepostojanje domaćeg tržišta za mašine alatke, neekonomičnost proizvodnje za izvoz.

Tehnološko zaostajanje u odnosu na svet je cca 10 - 15 godina [7]. Ono što može da ohrabri je da je zaostajanje u baznim - konvencionalnim tehnologijama i znanjima mnogo manje i one su još uvek konkurentne. Analiza eksperskog tima Vlade Republike Srbije [7], u oblasti industrije mašina alatki, pokazuje da su konkurentnost u ceni, u kvalitetu za standardne zahteve za većinu tržišta, u pogledu funkcije, naši proizvodi konkurentni. Po pitanju dizajna i servisa smo manje konkurentni, a najmanje konkurentni smo po osnovu kreditiranja izvoza.

U našoj zemlji, i pored svih poteškoća koje su nas pratile, postoje značajni potencijali za proizvodnju mašina alatki. Rekonstrukcijom i modernizacijom, pa i dekompozicijom velikih kapaciteta na manje firme, moguće je razvijati nove proizvode koji će biti konkurentni na probirljivom zapadnom tržištu. Pronalaženje strateških partnera za postojeće proizvođače mašina alatki je najpogodniji i najbrži način za transfer i uvođenje novih tehnologija i pristup međunarodnim tržištima.

U radu se ukazuje na jedan od mogućih pravaca opstanka na tržištu domaćih proizvođača mašina alatki, kroz razvoj modifikovanih-osavremenjenih rešenja mašina, na osnovu postojećih, koje imaju performanse kao najsavremenije nove mašine.

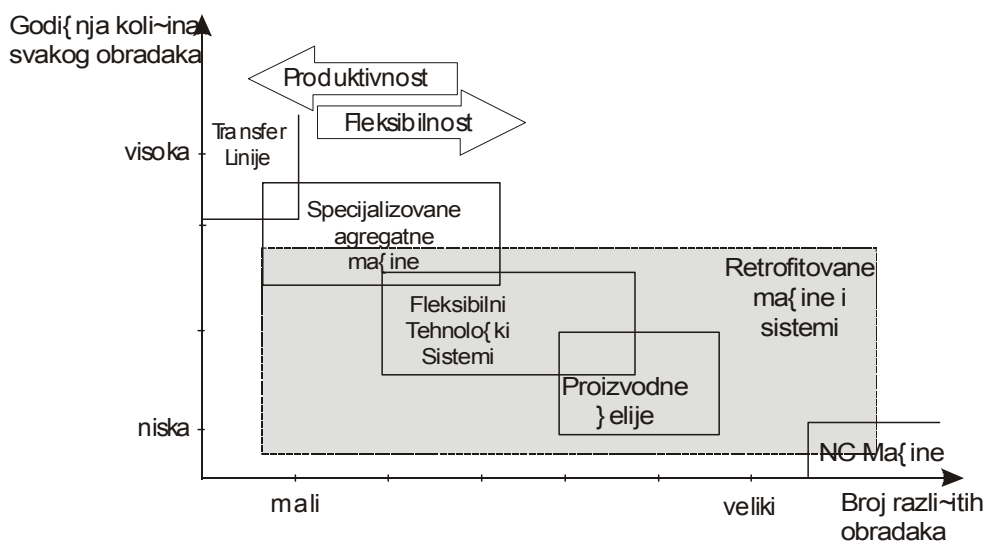
¹⁾ Zeljković dr Milan, vanr. prof., Navalušić dr Slobodan, vanr. prof., Milojević mr Zoran, asistent, Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, Novi Sad

²⁾ Andrić Josip, dipl. ing., Mihić Nikola, dipl. ing., Majeвица, Bačka Palanka

³⁾ Rad je rezultat istraživanja na projektu MIS 3.02.3220 koji finansira Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije

2.0 KONCEPCIONO REŠENJE BRUSILICE ZA SPECIJALNE NAMENE

Prognoze razvoja tehnologije i sistema za obradu do 2000, god. su se velikim delom ostvarile. Posmatrano u oblasti samih mašina alatki se može konstatovati da se danas preko 75% mašina projektuje primenom savremenih programskih sistema, da je proizvodnja CNC mašina po vrednosti preko 50%, i da modularno projektovanje predstavlja osnovni princip projektovanja savremenih mašina. Pored toga kraj dvadesetog veka je u oblasti mašina alatki doneo određene ne prognozirane novine i to: gradnja mašina alatki na principu paralelnih mehanizama i projektovanje rekonfigurabilnih mašina i sistema. Tako na primer prema [3-> Heiself Meitzner, 2002] ušteda kod primene rekonfigurabilnih modularno projektovanih mašina alatki u autoindustriji iznosi oko 36% od ukupne cene. U domaćim uslovima, zbog velikog zaostajanja za svetskim proizvođačima, ovi trendovi nisu još počeli ozbiljnije da se ostvaruju. Jedan od mogućih pravaca razvoja, u prisutnim uslovima domaćih proizvođača mašina alatki, posebno manjih, je razvoj modifikovanih (retrofitovanih) mašina i sistema (sl. 1).

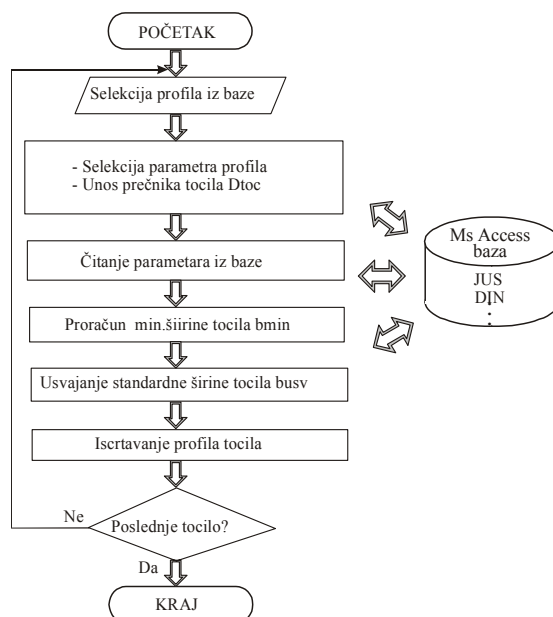


Slika.1 Oblast primene modifikovanih mašina i sistema

Polazeći od postojeće mehaničke strukture brusilice, u saradnji sa jednim domaćim proizvođačem mašina alatki koncipirana je modifikovana CNC brusilica za brušenje profilnih žljebova na provlakačima za unutrašnje provlačenje. Analizom mogućih oblika profila provlakača isti mogu biti sa: trouglastim, žljebastim i evolventnim profilom. Na osnovu prethodnog koncipirana je mašina koja ima 4 numerički upravljane ose: X- uzdužno kretanje radnog stola (1700[mm]), Y- vertikalno kretanje vreteništa tocila (300[mm]), Z- poprečno kretanje stuba (180[mm]), A- obrtno kretanje oko X ose radnog predmeta. Imajući u vidu zahteve tačnosti obradka posebno treba obratiti pažnju na tačnost koju treba ostvariti pri kretanju u pravcu Y i Z ose. Ovo treba imati u vidu i pri koncipiranju vođenja i upravljanja u pravcu ovih osa. Takođe je veoma važno postići tačnost u pravcu obrtne ose, dok se nešto manja tačnost zahteva u pravcu X- ose. Posebna pažnja posvećena je analizi načina profilisanja tocila. Kao rezultat te analize usvojeno je rešenje profilisanja tocila sa tri fiksna dijamantska vrha, tako da se profil tocila definiše kretanjem istog u Y-Z ravni. Izbor ovakvog rešenja je kompromis cene i karakteristika procesa obrade pri profilisanju tocila, tj. zahteva optimalnog položaja dijamantskog vrha u svakoj tački konture profila. U nastavku rada daje se koncepcija i deo softverskog rešenja za definisanje profila tocila na osnovu zahtevanog profila obradka.

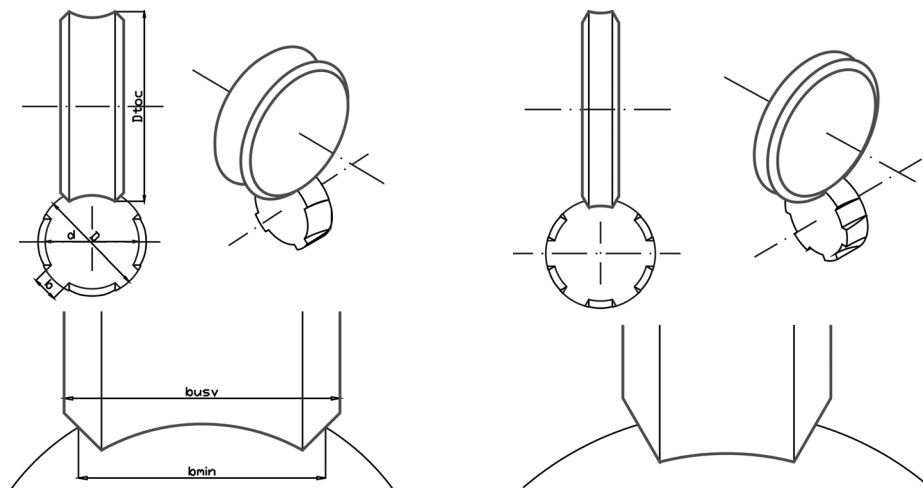
3.0 SOFTVERSKO REŠENJE CIKLUSA PROFILISANJA TOCILA

Softversko rešenje za generisanje profila tocila napravljeno je u programskom sistemu AutoCAD R14 uz korišćenje C++ razvojnog okruženja ObjectARX. Baza podataka definisana je u MS Access-u, i pri tome sadrži tabele sa standardizovanim profilima žljebova sa pravim bokovima po JUS standardu i tabele sa standardizovanim profilima žljebova sa evolventnim bokovima po DIN standardu. Model razvijenog softverskog rešenja prikazan je na slici 2.

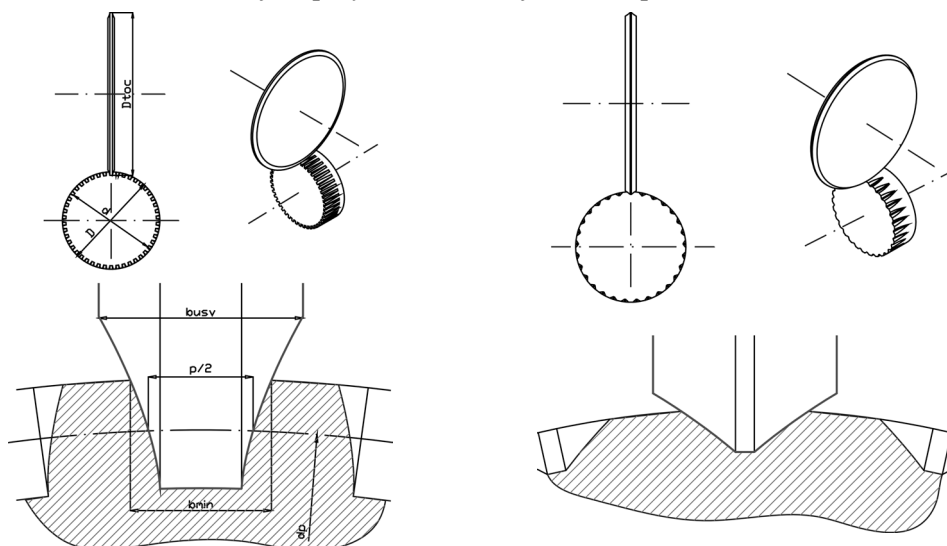


Slika 2. Model razvijenog softverskog rešenja

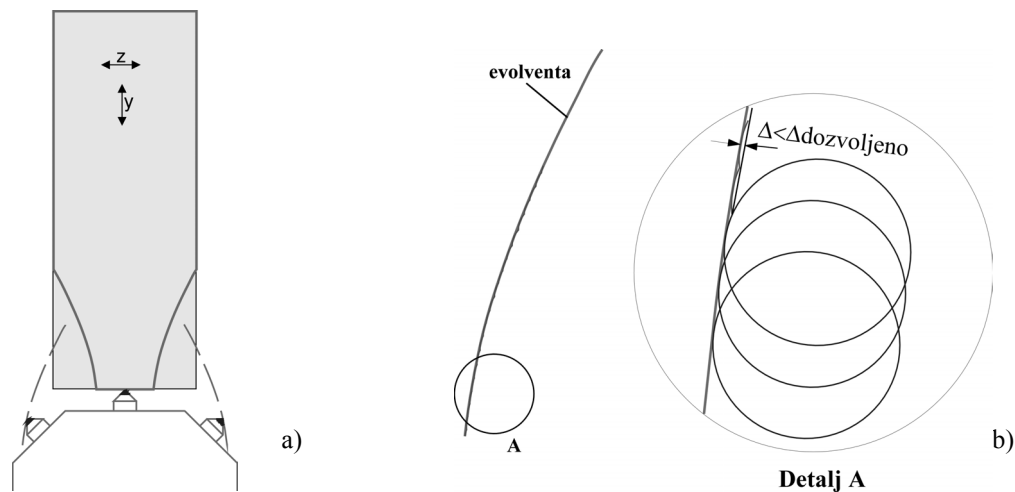
Prvo se iz izabere jedan od četiri profila iz baze podataka, nakon čega se odaberu parametri karakteristični za odabrani profil. Pošto se proračuna minimalna potrebna širina tocila **bmin**, iz baze se usvaja odgovarajuća standardna širina tocila **busv**. Nakon usvajanja širine tocila vrši se isctavanje tocila za odabrani profil. Na slici 3, prikazana su dva profila tocila za žljebove sa pravim bokovima, a na slici 4, prikazani su profili tocila za žljebove sa evolventnim bokovima.



Slika 3. Dobijeni profili tocila za žljebove sa pravim bokovima



Slika 4. Dobijeni profili tocila za žljebove sa evolventnim bokovima



Slika 5. Prikaz načina profilisanja tocila

Definisani profil tocila je potrebno ostvariti kretanjem tocila u Y-Z ravni (sl. 5a). Obzirom na moguće interpolacije upravljačke jedinice (linijska i kružna) stvarni profil je neophodno aproksimirati nizom kružnih lukova, pri čemu je potrebno ići na što veću tačnost aproksimacije, tako da greška odstupanja od profila bude u dozvoljenim granicama. Primer aproksimacije evolventnog profila kružnim lukovima prikazan je na sl. 5b.

Pri definisanju ciklusa obrade na ovoj mašini treba voditi računa da li je u pitanju profilisanje novog tocila, odnosno profilisanju u toku samog procesa brušenja. Za svaku od varijanti profilisanja tocila treba razviti posebne potprograme.

4.0 ZAVRŠNI OSVRT

Prema definisanoj ciljnoj grupi obradaka i na osnovu raspoložive strukture mašine alatke koncipirana je CNC mašina sa minimalnim brojem numerički upravljanih osa. Greške profila tocila, kao posledica aproksimacije stvarnog profila kružnim segmentima kod većine razmatranih profila su manje od dozvoljenih, i na bazi ispitivanja će se definisati minimalni parametri u funkciji od dozvoljene greške. Isto tako kroz eksperimentalno ispitivanje će se utvrditi najpovoljniji položaj dijamantskih vrhova u zavisnosti od vrste profila tocila.

5.0 LITERATURA

- [1] Heinrich, A.: The recent history of machine tool industry and the effects of technological change, LMU 2001-14, University of Munich, Institute for Innovation Research and Technology Management, Munich, 2001, pp 1-58.
- [2] Monitoring the evolution in the competitiveness of the EU mechanical engineering industry (ETD/95/84040), Final Report of Initial Study, Study prepared for the European Commission by IFO INSTITUT für Wirtschaftsforschung, München in association with Maschinenbau Institut Munich, 2001, pp 1 -258.
- [3] Kosmol, J., Niedbala, M., Ratynski, M.: Reconfigurable Machine Tools and Manufacturing Systems, Proceedings of the 13th International DAAAM Symposium, Vienna, Austria, 2002, pp 279-280.
- [4] Bućan, M., Kvirgić, V.: Savremeni trendovi u razvoju alatnih mašina, 29. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Beograd, 2002., pp 13 - 21.
- [5] Pilipović, M.: Proizvodno mašinstvo u razvoju industrije prerade metala, 27 JUPITER konferencija, Beograd, 2001., S.17 - S.23.
- [6] Pilipović, M.: Elementi za strategiju razvoja industrije prerade metala - ekspertska razmatranja, 28 JUPITER konferencija, Beograd, 2002., S.17 - S.26.
- [7] Strategija privrednog razvoja Srbije do 2010.- ekspertni predlog, Vlada Republike Srbije, uredio Matejić V., Beograd, 2002., pp 115 - 126.

GRINDING MACHINES RETROFITTING ON THE CNC MACHINE FOR SPECIAL PURPOSE EXAMPLE

Summary

The paper presents some of the annual researches performed on the Institute for production engineering of the Faculty of technical sciences in Novi Sad.. Main goal of this researches is design methodology development of modified machine tool solutions for special purpose. In this case a developed software solution of the grinding wheel profiling is emphasized.



D. Živković¹, M. Bukumirović²

PODMAZIVANJE LEŽAJEVA KOD VISEĆIH KONVEJERA KAO DEO NJIHOVOG PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA

Rezime: O značaju podmazivanja kao delu preventivnog održavanja kotrljajnih ležajeva, govore brojne analize sprovedene u svetu i kod nas. U radu se razmatra uticaj rada, odnosno "otkaza" kugličnih ležajeva na rad visećih konvejera. Na primeru rada visećeg konvejera u fabrici IPM "Zmaj", analizirana je vremenska komponenta otkaza ležajeva i njen uticaj na gotovost visećeg konvejera.

Ključne reči: viseći konvejer, kuglični ležaj, gotovost, preventivno održavanje, podmazivanje

1. UVOD

Kotrljajni ležajevi su izuzetno važni elementi u konstruktivnim rešenjima visećih konvejera. Nemoguće je govoriti o raspoloživosti, gotovosti i pouzdanosti visećih konvejera, a ne govoriti o gotovosti, odnosno pouzdanosti kotrljajnih ležajeva. Bilo kakvo oštećenje na ležajevima dovodi do skupih i neplaniranih zastoja u proizvodnji, koji višestruko prevazilaze cenu samih ležajeva. Ta zavisnost rada visećih konvejera od rada kotrljajnih ležajeva, uslovljava da se njihovom preventivnom održavanju posveti odgovarajuća pažnja, odnosno da se vrši permanentno praćenje njihovog rada i u zavisnosti od stanja u kome se nalaze, vrši njihova preventivna zamena.

Tabela.1.

NAZIV TRANSPORTNE MAŠINE	STRUKTURA TRANSP. PARKA (%)	STRUKTURA PRERAĐEN. TERETA (%)
DIZALICE: Pretovarni mostovi	26,2	54,5
Autodizalice	6,2	2,6
Mostne dizalice	0,5	1,3
VILJUŠKARI : Autoviljuškari	6,2	2,9
Elektroviljuškar	31,9	17,7
Elektrokolica	18,5	6,1
UTOVARIVAČI	1,1	1,1
BULDOŽERI	3,5	3,3
KONVEJERI I TRANSPORTERI	5,9	10,5

2. VISEĆI KONVEJERI

Konvejeri, odnosno viseći transporteri najviše se koriste u velikoserijskoj i masovnoj proizvodnji, pri transportovanju komadnih tereta (Tabela:1.). Savremeni viseći konvejeri (transporteri) imaju širok raspon parametara. Osnovna prednost visećih konvejera u odnosu na ostale moguće oblike transporta je u njihovoj mogućnosti transportovanja predmeta najrazličitim složenim putanjama u svim pravcima. Da bi ovo bilo moguće, vučni elemenat visećih transportera treba da je savitljiv u svim pravcima, kao i da je moguće savijanje u dve međusobno ortogonalne ravni.

¹ Dr Dragan Živković, dipl.maš.inž. VTŠ Zrenjanin, e-mail: zivkkev@drenik.net

² Prof.dr Milan Bukumirović, dip.maš.inž. ,Saobraćajni fakultet Beograd.

3. KOTRLJAJNI LEŽAJEVI

Ležajevi su sastavni delovi konvejera i njihov broj je u direktnoj zavisnosti od dužine konvejera, odnosno od broja trola. Grubo uzevši svaki konvejer ima po nekoliko stotina kotrljajnih ležajeva. Otkaz svakog ležaja dovodi do zastoja u radu konvejera, što stavlja akcenat na njihovo preventivno održavanje.

Opsežna istraživana fabrike kotrljajnih ležajeva SKF iz Švedske pokazuju da samo 34% ugrađenih ležajeva doživi projekovani radni vek, dok 66% ležajeva otkazuje pre vremena. Uzroke ovome treba tražiti u: neodgovarajućem podmazivanju-održavanju, neodgovarajućoj montaži, lošem zaptivanju

Na osnovu ovih podataka može se videti značaj podmazivanja, odnosno preventivnog održavanja kotrljajnih ležajeva ugrađenih u neki tehnički sistem, odnosno viseći konvejer.

4. PODMAZIVANJE LEŽAJEVA

Podmazivanje je važna aktivnost preventivnog održavanja. Da bi se izbegle eventualne greške, koje mogu nastati u procesu podmazivanja, potrebno je uvesti odgovarajuću proceduru koja treba da definiše:

- sva mesta koje je potrebno podmazivati,
- metodologiju podmazivanja,
- način podmazivanja,
- vreme podmazivanja,
- vrstu maziva,
- količinu potrebnog maziva,
- bezbednost radnika pri podmazivanju,
- ko vrši podmazivanje,
- potrebnu dokumentaciju po kojoj se vrši podmazivanje i evidencija o izvršenom podmazivanju,
- proceduru o vremenu i načinu nabavke i skladištenja odgovarajućeg maziva,
- ko može da vrši promene postupka i sredstava podmazivanja,
- metodologiju za brzu intervenciju u slučaju potrebe,
- ko je odgovoran za izvršenje ili neizvršenje odgovarajućih aktivnosti podmazivanja.

Prosečni vek trajanja masti za podmazivanje može se odrediti po obrascu:

$$t = q(14 \cdot 10^6 / d^{1/n} - 4d)$$

gde je:

d (mm)- unutrašnji prečnik ležaja,

n (o/min)- broj obrtaja ležaja,

t (čas)- vreme upotrebe masti

q-koeficijent za izračunavanje veka trajanja tehničke masti (*Tabela 2.*)

Ukoliko su radni uslovi nepovoljni, dobijeno vreme za zamenu masti u ležaju se skraćuje. Opšta je preporuka da se, osim ležaja, i njegovo kućište ispuni mašću i to:

potpuno ako je $n/n_k < 0,2$,

do jedne trećine ako je je $n/n_k = 0,2- 0,8$,

ostavi prazno ako je $n/n_k > 0,2$,

gde je:

n_k - kataloški dozvoljen broj obrtaja,

n- stvaran broj obrtaja

Tabela 2.

Vrsta ležaja	koeficijent- q
prstenasti bačvasti ležaj, prstenasti konično-valjkasti ležaj	1
prstenasti cilindrično -valjčasti ležaj igličasti ležaj	6
prstenasti kuglični ležaj	10

Nedovoljna količina maziva je nepovoljnija varijanta u odnosu na prekomernu količinu maziva, kada može doći do problema, kao što je pregrevanje i pojava pene.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U farbari IPM "Zmaj" postoji viseći konvejer koji povezuje sledeće proizvodne celine: prostora kačenja delova na viseće elemente konvejera, kabine za fosfatiranje, kabine za sušenje posle fosfatiranja (na 100°C), prostora za ravnjanje delova na visećim elementima konvejera, kabine za finalno bojenje, kabine za predušenje, kabine za sušenje i prostora za skidanje delova sa visećih elementa konvejera

Viseći konvejer je sledećih karakteristika: dužina konvejera je: 178,816 metara brzina konvejera: 1 do 6 metara/minuti, konvejer radi kontinualno, korak kačenja tereta je: 1016 mm, broj kačenja: 176, dozvoljena težina tereta: 450 daN, lanac: 4" x 458,

Statističkom obrade vremena zastoja dobijamo da: zbog korektivnog održavanja elemenata konvejera, on ne radi u proseku 48 h/god. Zamena dotrajalih ležajeva, u proseku se zameni po 200 ležajeva godišnje i to se uglavnom vrši uporedo kad i podmazivanje koje spada u preventivno održavanje. Vrlo često zbog visokih temperatura, u kojima radi konvejer, dolazi do iscurivanja masti na šinu što opet dovodi do proklizavanja nosača, odnosno do njegovog kočenja i zastoja.

Prema podacima održavanja visećih konvejera u IPM "Zmaj" samo 29 % ugrađenih ležajeva doživi projekovani radni vek, dok 71% ležajeva otkazuje pre vremena. Uzroke ovome treba tražiti u: neodgovarajućem održavanju, lošoj montaži i zaptivanju (*Slika:1.*).

Neredovno podmazivanje, izbor neodgovarajućeg maziva, i neodgovarajuća količina maziva uzrok su brojnim prevremenim otkazima ležajeva. Taj procenat iznosi i do 34%, Različita opterećenja, brzine, temperature i različite sredine u kojima ležaj radi zahteva da se izbor vrste maziva određuje posebno za svaki definisani slučaj. Primena višenamenskih maziva nije preporučljiva, jer zbog specifičnih zahteva ležajeva, i specifičnih uslova u kojima ležajevi rade, pre mogu da stvore probleme nego da obezbede optimalne uslove za rad ležaja.

Mogući kapacitet fabrike poljoprivrednih mašina IPM "Zmaj" za rad u jednoj smeni iznosi 1725 h/god

Gotovost konvejera: Kako su zastoji konvejera zbog "otkaza" ležajeva 2,78% , odnosno 48 sati godišnje, dobijamo da je koeficijent gotovosti za konvejer:

$$k_G = \sum t_{Ri} / (\sum t_{Ri} + \sum t_{0i}) = 1677 / (1677+48) = 0,972$$

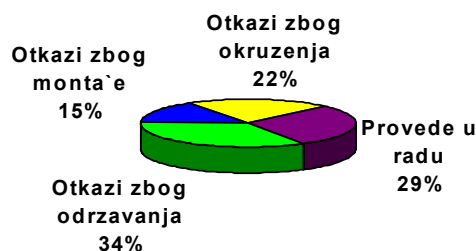
gde je:

k_G - koeficijent gotovosti

$\sum t_R$ (h/god)- ukupno vreme koje sistem u toku godine provede u radu

$\sum t_0$ (h/god)- ukupno vreme koje sistem u toku godine provede u otkazu

Radni vek ležajeva umnogome zavisi i od uslova u kojima radi. Ako su ostvarene dobre tolerancijske mere kućišta odnosno osovine gde se ugrađuje ležaj, on će imati visoku pouzdanost. U suprotnom doći će do smanjenja radnog veka ležišta i lošeg funkcionisanja sklopa u koji je ugrađen dobar ležaj. I loše zaptivanje skraćuje radni vek ležaja. Statistički podaci pokazuju da se zbog loših uslova u kojima ležište radi njegov vek smanjuje u proseku 22%. Pravilnim zaptivanjem se sprečava prolaz čvrstih, tečnih ili gasovitih čestica u ležaj.



Slika 2. Procentualni prikaz uzroka otkaza kugličnih ležajeva visećih konvejera u IPM "Zmaj"

6. ZAKLJUČAK

Analizom rada visećih jednošinskih konvejera u našoj proizvodnoj praksi (Fabrika IPM "Zmaj") vidi se da postoji prostor za intezivnije aktivnosti preventivnog održavanja. Vremenski gubici u radu konvejera zbog "otkaza" kotrljajnih ležajeva, zahvaljujući preventivnom održavanju nisu preveliki (48 h/god.). Analiza pokazuje da je procenat otkaza kotrljajnih ležajeva zbog neodgovarajućeg podmazivanja dosta visok, 34% i da tu leži prostor za unapređivanje procesa preventivnog održavanja. U svakom slučaju troškovi preventivnog održavanja konvejera su znatno manji od troškova koji bi nastali usled zastoja u proizvodnom procesu.

7. LITERATURA

- [1] Bukumirović M., (1999), Automatizacija procesa rada u poštanskim sistemima, , Saobraćajni fakultet, Beograd
- [2] Živković, D. (1998),:Dependence analize for some parameters of transport system in dependence on automation level of equipment being superintended, *XV ECPD International conference on material handling and warehousing*, pp 2.7 -2.11, Belgrade
- [3] Ivanovskij, K. E., Obolenskij, A. S., (1966.), *Pergruzočnćj ustrojstva konvejerov štučnćj gruzov*, Mašinostroenie, Moskva

LUBRICATION OF BEARINGS WITH SUSPENSION CONVEYORS AS A PART OF PREVENTIVE MAINTENANCE

Resume: *The importance of lubrication as a part of preventive maintenance of ball bearings has been proved by numerous analyses carried out both in the world and with us. This work takes into consideration the influence of work, i.e.a. "failure" of ball bearings, upon the work of the suspenssion conveyor. The work of the suspension conveyor in the factory IPM "Zmaj" was taken as in example for analysing the time component of a failure of the bearings and its influence on the readiness of the suspension conveyor.*

Key words: *suspension conveyor, ball bearing, readiness, preventive maintenance, lubrication*



Miroslav Pilipović¹ Predrag Drobnjak²,

CNC OTVORENE ARHITEKTURE I MODERNIZACIJA NC MAŠINA³

Rezime

Industrija prerade metala Srbije ima potrebe, da podigne svoj tehnološki nivo i modernizuje proizvodne kapacitete. Ušteda u potrebnim investicijama može se ostvariti modernizacijom pogona sa NC mašinama alatkama uvođenjem savremenih CNC⁴ sistema upravljanja. U radu su date karakteristike otvorenih sistema upravljanja i osnovni koncept revitalizacije pogona sa NC mašinama na principu "retrofitinga" -zamenom NC upravljačkih jedinica CNC sistemima nove generacije otvorene arhitekture.

1. UVOD

Pred industriju prerade metala Srbije, posle višegodišnjeg zastoja u investicijama, u cilju postizanja ostvarive konkurentnosti njenih proizvoda na domaćem i inostranim tržištima, postavlja se zahtev za reünženjeringom postojećih i razvoj novih proizvoda i tehnologija, podizanje tehnološkog nivoa proizvodnje i modernizaciju proizvodnih kapaciteta. Pojedini pogoni domaće industrije prerade metala, u periodu između 1980. i 1990. godine, značajno su inovirani uvođenjem numerički upravljanih mašina alatki sa tada aktuelnim generacijama NC i CNC sistema upravljanja. Danas, pogoni domaće industrije sa većim brojem NC mašina, imaju problema sa skupim održavanjem, pre svega zastarele elektronike i NC sistema upravljanja, i istovremeno se suočavaju sa savremenim zahtevima za novim funkcionalnim karakteristikama CNC mašina, zahtevima integracije i komunikacije sa drugim sistemima upravljanja i kompjuterima a posebno CAD/CAM sistemima. Mogući pravac modernizacije, uz uštedu u investicijama, je revitalizacija pogona sa većim brojem NC mašina, zamenom starih NC sistema upravljanja savremenim CNC sistemima upravljanja. Nove generacije otvorenih sistema upravljanja na bazi standardnog IBM PC hardvera i sa performansama koje daleko prevazilaze konvencionalne CNC sisteme, otvaraju mogućnost za efikasnu modernizaciju domaćih pogona industrije prerade metala.

2. MODERNIZACIJA NC MAŠINA ALATKI

Funkcionalne mogućnosti savremenih NC mašina alatki i druge opreme u proizvodnji danas su direktno zavisne od karakteristika upravljačkih sistema (CNC upravljačke jedinice, robot kontroleri, PLC, čelijski kontroleri i slično). Razvoj upravljačkih sistema direktno prati razvoj kompjuterske tehnologije, koja duplira svoje procesne mogućnosti svakih 18 meseci i brže. Rezultat je da pogoni sa NC i CNC mašinama alatkama vrlo brzo dolaze u situaciju da osnovna struktura mašina i mehaničke komponente raspolažu zadovoljavajućim performansama uz istovremeno sve slabije funkcionalne mogućnosti upravljačkih sistema prema zahtevima novih proizvoda, CAD/CAM sistema, procesima integracije. Posebni problemi javljaju se u održavanju upravljačke elektronike.

Razvijene zemlje, u stalnim naporima da održe konkurentnu proizvodnju u industriji prerade metala, razvile su industriju modernizacije NC i CNC mašina alatki čije tržište stalno raste. U praksi se javljaju tri pristupa:

- Modernizacija NC i CNC mašina alatki po principu retrofitinga⁵. Retrofiting je proces rekonstrukcije električnih i elektronskih komponenti NC mašina alatki sa zamenom upravljačke jedinice CNC

¹ Prof. dr Miroslav Pilipović, Mašinski fakultet Beograd, 27, marta 80, e-mail:mpilipo@alfa.mas.bg.ac.yu

² Predrag Drobnjak, dipl. maš. inž., student poslediplomskih studija Mašinskog fakulteta u Beogradu

³ Projekat MIS0192, tehnološkog razvoja podržan od strane Ministarstva za nuku, tehnologije i razvoj Republike Srbije

⁴ CNC - Computer Numerical Control, NC - Numerical Control

⁵ Retrofitting - Retrofitting

upravljanjem nove generacije, novim pogonima za glavno i pomoćno kretanje i eventualno druge električne opreme (releji, prekidači i sl.), u cilju poboljšanja performansi i pouzdanosti mašine. Standardna procena je da je cena retrofitinga 25% cene nabavke nove mašine.

- Modernizacija NC i CNC mašina alatki po principu reizgradnje. Reizgradnja je proces rekonstrukcije mašina alatki u kome se u cilju produženja veka mašine i povećanja tačnosti i pouzdanosti vrši kompletan mehanički remont sa eventualnom zamenom mehaničkih, hidrauličkih i pneumatskih komponenti i drugih funkcionalnih sistema (hladjenje, podmazivanje i sl.). Standardna procena je da je cena reizgradnje 35% cene nabavke nove mašine.
- Modernizacija NC i CNC mašina alatki po principu reproizvodnje. Reproizvodnja je proces kompleksne rekonstrukcije NC i CNC mašina alatki u cilju produženja veka i poboljšanja funkcionalnih karakteristika kroz kompletan remont mehaničkih sistema i rekonstrukciju električnih i elektronskih sistema sa zamenom/dodavanjem nove CNC upravljačke jedinice. Standardna procena je da je cena reproizvodnje 50% cene nabavke nove mašine.

Posebno je značajan pristup na bazi retrofitinga, sa aspekta potrebnih investicija najekonomičniji, uz istovremeno znatna funkcionalna i druga poboljšanja. Retrofitting se može primeniti kako na vrlo stare NC mašine tako i na relativno nove. Kod starih mašina između ostalog, na bazi mogućnosti savremenih CNC upravljačkih sistema u oblasti kompenzacije različitih vrsta grešaka (zazori u mehaničkim komponentama, toplotne deformacije, habanje alata i sl.) ostvaruje se i bitno povećanje tačnosti bez relativno skuplje investicije u mehaničku rekonstrukciju. Kod novih CNC mašina, stalno poboljšanje funkcionalnih mogućnosti novih CNC upravljačkih jedinica obezbeđuje povećanje produktivnosti i tačnosti i konkurentnu proizvodnju i primenjuje se i kad su stare CNC upravljačke jedinice još uvek funkcionalne.

3. CNC SISTEMI UPRAVLJANJA OTVORENE ARHITEKTURE

Savremena programabilna proizvodna oprema koristila je do sada specijalizovane sisteme upravljanja (CNC upravljačke jedinice, robot kontrolere, ćelijske kontrolere, programabilne kontrolere) i sisteme upravljanja opšte namene bazirane na industrijskim ili personalnim računarima. Specijalizovani sistemi upravljanja su kompleksni hardverski i softverski sistemi i zadnjih deset godina dvadesetog veka postavljaju se zahtevi za njihovo eliminisanje sa istraživanjima u pravcu prelaska na platformu personalnih računara i jedinstven pristup svim sistemima upravljanja – upravljački sistemi otvorene arhitekture.

Inicijalna istraživanja nove generacije sistema upravljanja započeta su u SAD sredinom osamdesetih godina kroz projekat “Naredna generacije upravljanja - NGC”. Rezultat su prvi koncepti nove generacije upravljanja i promovisanje standarda za sisteme upravljanja otvorene arhitekture - SOSAS [1].

Novi impuls istraživanjima u pravcu razvoja upravljačkih sistema otvorene arhitekture dala je 1994. godine automobilska industrija SAD izdavanjem dokumenta “ Zahtevi za otvorenom, modularnom arhitekturom upravljanja za primenu u automobilskoj industriji - OMAC⁶” [2]. Novi sistemi upravljanja, prema [2] moraju biti: ekonomični za životni vek proizvoda; sa maksimalnim vremenom rada opreme i minimalnim vremenom otkaza; otvoreni sa mogućnošću integracije hardverskih i softverskih komponenti praktično sa “police” u infrastrukturu koja podržava standardno okruženje; modularni da dopuštaju “uključiti i radi” princip za ograničen broj izabranih funkcija sistema upravljanja; prilagodljivi da omoguću laku rekonfiguraciju saglasno specifičnim korisničkim zahtevima.

Za istraživanja u Evropi sistema upravljanja otvorene arhitekture jedan od najznačajnijih projekata je: “Arhitektura otvorenih sistema za upravljanje automatizovanim sistemima - projekat OSACA⁷” [3] realizovan u tri faze u periodu od 1992. do 1998. godine: Jedan od glavnih ciljeva projekta OSACA je definisanje proizvodjački neutralne referentne arhitekture otvorenih sistema upravljanja koja će uključiti funkcionalne mogućnosti numeričkog upravljanja mašina alatki - CNC, upravljanja robotima - RC, upravljanja ćelijom - CC i upravljanja na bazi funkcija programabilnih logičkih kontrolera - PLC. Primer jednog od rezultata OSACA projekta je komercijalno rešenje Sinumerik 840Di. .

Istraživanja u Japanu u oblasti nove generacije upravljačkih sistema inicirao je Medjunarodni centar za robotiku i fabričku automatizaciju - IROFA uspostavljajući u decembru 1994. godine Komitet za otvorenu strategiju u numeričkom upravljanju. Proizvodjači numerički upravljanih mašina alatki, CNC upravljačkih sistema, kompjutera i informacionih sistema formirali su radnu grupu OSEC⁸ za realizaciju otvorene

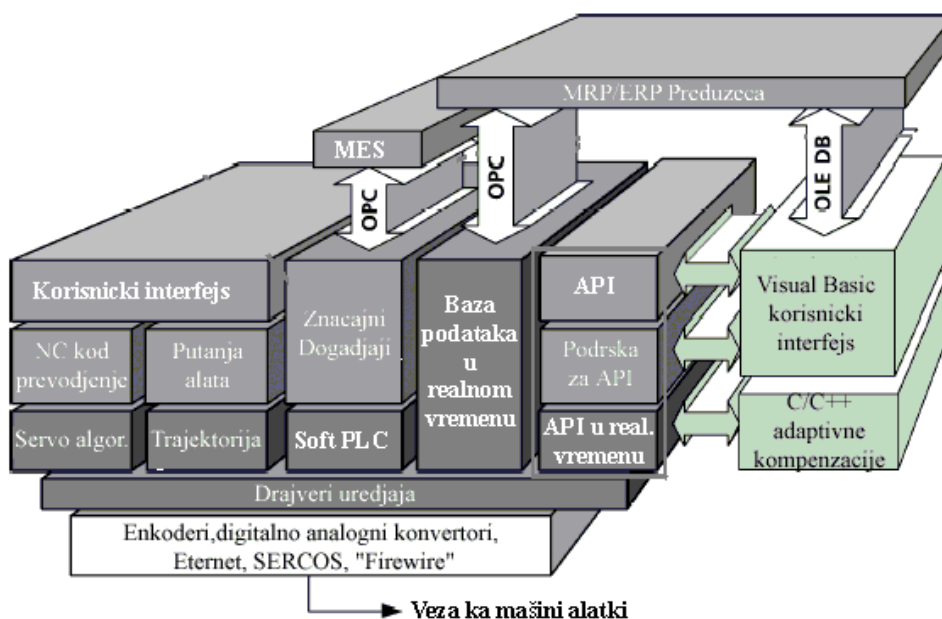
⁶ OMAC - Open Modular Architecture Controllers

⁷ OSACA - Open System Architecture for Control within Automation Systems

⁸ OSEC - Open System Environment for Controller Architecture

arhitekture CNC upravljačkih sistema u fabričkoj automatizaciji [4]. Jedan od prvih prototipova otvorenog sistema upravljanja na bazi OSEC istraživanja je “magična stanica” (Magic station) – upravljački sistem baziran na hardveru i softveru personalnog računara u kome sve CNC funkcije vezane za upravljanje kretanjem i logičko upravljanje realizuje umetnuta ploča u standardnu ISA komunikacionu magistralu – Mitsubishi “MELDASMAGIC” kartica.

Posebno značajno rešenje otvorenih sistema upravljanja razvija od 1993. godine i danas plasira na tržištu komercijalna rešenja firma MDSI (Manufacturing Data Systems, Inc.) iz SAD [5]. Rešenje bazira na standardnom hardveru IBM PC kompatibilnom sa jednim mikroprocesorom pod Microsoft Windows NT operativnim sistemom sa dodatkom RTX softvera kompanije VenturCom, Inc. za rad u realnom vremenu. Algoritam upravljanja omogućava da vremenski kritične CNC funkcije koriste samo deo procesorskog vremena što ostavlja prostor za ostale CNC funkcije i korisnički razvijane programe. Kompletno rešenje je softversko sa standardnim karticama za povezivanje sa eksternim aktuatorima i senzorima. Arhitektura je troslojna i izoluje zadatke visokog prioriteta (servo algoritmi, putanja alata, PLC funkcije) od vremenski manje kritičnih zadataka (pripremni proračuni za putanju alata, dekodiranje NC programa) i zadataka korisničkog interfejsa najnižeg prioriteta (slika 1.). Korisnički interfejs je takodje podeljen po prioritetima (najviši prioritet omogućava korisniku razvoj programa u C/C++ jeziku na primer za adaptivno upravljanje i korekcije greške), odnosno za manje kritične zadatke (gornja dva nivoa) interfejs za Visual Basic. Za integraciju - vezu sa višim nivoima planiranja i upravljanja proizvodnjom, postoji više interfejsa: OPC-OLE za upravljanje procesima za vezu sa bazom podataka u realnom vremenu, OLE-DB za vezu sa SQL serverom odnosno korisničkim aplikacijama tipa MRP/ERP. Ključni podsistem je je WinMotion - softver koji integriše SoftMotion (softver za upravljanje kretanjem) i SoftPLC (sa mogućnošću programiranja u svim IEC 61131 programskim jezicima). Posebno značajno, za korisnike koji hoće da sami projektuju rešenje svoje upravljačke jedinice ili za retrofiting, MDSI nudi OPENCNC razvojni softver koji sadrži: softverski CNC, softverski PLC, OpenCNC interfejs za programiranje korisničkih aplikacija (API) i IsaGraf Workbench (softver za programiranje PLC-a) za 256 ulaza/izlaza.



Slika 1. Arhitektura softvera OpenCNC (MDSI)

4. REVITALIZACIJA NC MAŠINA ZA POTREBE DOMAĆE INDUSTRIJE

Katedra za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta u Beogradu prva iskustva u modernizaciji mašina alatki uvođenjem NC tehnologije stekla je u periodu 1972 - 1974. godine. Tada je realizovan reproizvodnja konvencionalne vertikalne glodalice "Fritz Werner". Detaljna rekonstrukcija je obuhvatila prenosnike za glavno i pomoćno kretanje, vodjice, ležajeve, zavojna vretena sa navrtkama, nove pogonske motore (koračne) i ugradnju tada aktuelne generacije NC upravljačke jedinice "SloSyn". Ceneći sadašnji razvoj CNC tehnologije, stanje domaće industrije prerade metala i značaj retrofitinga za revitalizaciju domaćih pogona sa NC/CNC mašinama uz minimalne investicije, trenutna istraživanja se koncentrišu na

razvijanje metodologije retrofitinga na bazi upravljačkih sistema otvorene arhitekture. U tom cilju projektovan je i izradjen laboratorijski prototip CNC mašine alatke za dalja istraživanja uvodjenja otvorenih sistema upravljanja a sa ciljem aktivnije primene retrofitinga [6]. U prvoj fazi realizovano je CNC upravljanje na modularnom principu bazirano na programabilnom kontroleru, specijalizovanom NC modulu, modulima servoregulatora i komandnoj tabli na bazi dodirnom aktiviranog panela. Upravljanje je povezano sa nadređenim PC računarnom za potrebe editiranja programa i "down-load" i "up-load" programa, sa mogućnošću proširenja nadzornih funkcija. U toku je drugi pravac istraživanja koji se odnosi na softverski CNC po konceptu MDSI i projektovanje retrofitinga ugledne CNC mašine (Obradni centar u Zavodu za mašine alatke). Trenutno sus prvi rezultati postignuti u projektnom rešenju PLC upravljanja i prelazak na soft PLC (IsaGraf work bench ili drugu patformu), i u razvoju korisničkog interfejsa po API koncepti MDSI. Iskustva u daljoj realizaciji navedenih istraživanja biće osnova za kompletnu metodologiju i retrofiting za potrebe domaće industrije na bazi otvorenih sistema upravljanja.

5. ZAKLJUČAK

Početak dvadeset prvog veka u oblasti automatizacije i sistema upravljanja okarakterisan je sa komercijalnim sistema upravljanja otvorene arhitekture primenjenim na programabilnoj opremi različite namene. Industrija modernizacije starih NC mašina alatki retrofitingom - zamenom upravljačkih jedinica novom generacijom CNC upravljanja a posebno upravljanja otvorene arhitekture dobija sve više na značaju u svetu. Za industriju prerade metala Srbije, koja u zadnjih 14 godina praktično nije investirala u nove tehnologije i gde je oprema na bazi NC tehnologije u većini slučajeva sa zastarelim upravljačkim sistemima proizvedenim u periodu između 1980. i 1990. godine, retrofiting pruža mogućnost da se uz daleko manje investicije brzo revitalizuje ključni deo mašinskog parka i uz uvodjenje savremenih CAD/CAM sistema postigne konkurentnost u CNC tehnologiji. Ističe se da upravljački sistemi otvorene arhitekture stavljaju korisnika u aktivan položaj kod definisanja funkcija, strukture i programiranja korisničkog okruženja, a posebno kod integrisanja svih sistema upravljanja na bazi koncepta kompjuterski integrisane proizvodnje (CIM), što omogućava dalje unapredjenje domaće industrije na bazi kompjuterskih tehnologija. Početni rezultati i pilot projekti prikazani u ovom radu imaju za cilj da ubrzaju reinženjering domaće industrije prerade metala i osposobe je za konkurentan nastup na domaćem i inostranim tržištima.

6. LITERATURA

- [1] Pritschow, G., Daniel, Ch., Junghans, G., Sperling, W., Open System Controllers - A Challenge for the Future of the Machine Tool Industry, Annals of the CIRP, Vol. 42/1, 1993.
- [2] *Requirements of Open, Modular Architecture Controllers for Applications in the Automotive Industry*, General Motors Corporation, Ford Motor Company, Chrysler Corporation, From PLCopen Web Server, 1996.
- [3] *OSACA - Open System Architecture for Controls within Automation Systems*, ESPRIT III Projects EP 6379 & EP 9115, Final Report, FISW GmbH, Stuttgart, 1995.
- [4] *OSEC - Open System Environment for Controller Architecture*, Draft 1.0 & Draft 2.0, SML Corporation, 1996.
- [5] *OpenCNC Software V 6.1*, manufacturing Data Systems, Inc., Ann Arbor, 2001.
- [6] Petrović, P., Jakovljević, Ž., "Revitalizacija i modernizacija alatnih mašina primenom savremenih programabilnih automata sa NC modulima", 24. Simpozijum NU-Roboti-FTS, Zbornik radova, 2002, str. 3.99-3.103.

OPEN ARCHITECTURE CNC AND MODERNIZATION OF NC MACHINES

Resumé

The metalworking industry of Serbia need improvements in its manufacturing technologies and production capacities. The cost-effective modernization of manufacturing plants with NC machine tools is possible by introduction of the advanced CNC control systems. The paper describes the open architecture control system characteristics and the basic concept of modernization for the manufacturing plant with NC machine tools by retrofitting - replacement of the old NC or CNC control systems with the new generation of open architecture CNC control systems.

29. JUPITER KONFERENCIJA
29th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



31. simpozijum

UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM U
INDUSTRIJI PRERADE METALA

Beograd, februar 2003.

**UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM U INDUSTRIJI
PRERADE METALA
PRODUCTION CONTROL IN METALWORKING INDUSTRY**

Arandelović, I., Popović, Ž. PROJEKTANTSKA BAZA PODATAKA KAO PODRŠKA JEZIKU ZA MODELIRANJE PRESMOD	4.1
Babić, B., Kalajdžić, M. MREŽNA PROIZVODNJA	4.5
Čonkić, P. NORMATIVNO REGULISANJE INTELEKTUALNE SVOJINE U PREDUZEĆIMA INDUSTRIJE PRERADE METALA	4.9
Ćurčić, S., Slavković, R. INTEGRISANI MODEL LOGISTIČKOG POGONSKOG MATERIJALA	4.12
Dreucean, M., Dragulescu, D., Toth-Tascau, M. USING PETRI NETS IN THE ANALYSIS OF DISCRETE EVENTS MANUFACTURING SYSTEMS	4.24
Đorđević, L., Đurić, S., Simonović, S., Veselinović, S. PRILOG POVEĆANJU ENERGETSKE EFIKASNOSTI U OKVIRU POSLOVNOG SISTEMA IMK "14.OKTOBAR" AD KRUŠEVAC	4.20
Gostimirović, M., Milikić, D., Sekulić, M., Uzelac S. KONCEPT BAZE PODATAKA ZA IZBOR OPTIMALNIH PARAMETARA REŽIMA OBRADE	4.28
Ivanović, R., Slavković, G., Kovljenić, B. SAVREMENI INFORMACIONI SISTEMI I ARHITEKTURA MREŽNOG RAČUNARSTVA	4.32
Latinović, I., Murar, Ž., Krošnjar, A. SISTEM ZA TESTIRANJE UNIVERZALNOG DIGITALNOG PROCESNOG REGULATORA APR97	4.36
Petrović, R., Simić, A., Milutinović, P. PROIZVODNJA CREPA PODRŽANA OPISYS INFORMACIONIM SISTEMOM	4.40
Radovanović, M., Đorđević, L., Marić, B., Đurić, S. EFEKTI UVOĐENJA KONTROLE VRŠNE STRUJE U OKVIRU IMK "14.OKTOBAR" AD KRUŠEVAC	4.16
Rančić, M. POSTUPAK DEKOMPOZICIJE KONAČNIH AUTOMATA PRIMENOM OPŠTE METODE	4.44
Slavković, G., Ivanović, R., Kovljenić, B., Popović, M. PROJEKTOVANJE PRIMENOM CASE ALATA	4.48
Stevanović, Z. INFORMACIONI PODSISTEM ZA UPRAVLJANJE TEHNIČKOM INFORMACIJOM U SISTEMU ODRŽAVANJA	4.52
Vesić, N., Nedić, B. PROJEKTOVANJE I OPTIMIZACIJA OPTIČKIH SISTEMA	4.60
Zeljšković, V., Uzunović, S., Krivošić, I. NAČINI USAGLAŠAVANJE RIZIKA I BEZBEDNOSTI MAŠINA PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA	4.56

← NAZAD

Ivan Arandelović¹, Željko Popović²

PROJEKTANTSKA BAZA PODATAKA KAO PODRŠKA JEZIKU ZA MODELIRANJE PRESMOD

Rezime

U ovom radu je dat jedan koncept projektantske baze podataka. Projektantska baza podataka se formira kao knjiga za projektovanje sa podacima kao što su tabele, formule, grafovi i tekstovi objašnjenja. Ovi podaci se preuzimaju iz raznih knjiga, priručnika, kataloga i prospekata, koji su potrebni za određeno područje, i integrisu u jednu celinu i kao takvi koriste kod projektovanja. U drugom delu rada dat je način korišćenja projektantske baze podataka.

1. Uopšte o projektantskoj bazi podataka

Projektant kod projektovanja, koristi razne knjige, priručnike, kataloge i prospekte. Osim toga on uključuje svoja pisana ili nepisana lična iskustva. Stoga se ovde od toga pošlo-da se sve ovo integriše odnosno predstavi i koristi u što prirodnijem obliku. Razvijen je radi toga jedan deo sistema koji služi kao pomoć projektantu a u njemu su integrisne sve vrste informacija. Dakle sve vrste informacija (konstante, formule, dijagrami i razni drugi grafovi, tekstovi obaveštenja i objašnjenja) iz raznih knjiga, priručnika, kataloga kao i informacije iz iskustva jednog ili grupe projekatana potrebne za projektovanje spajaju se u jednu celinu. Kao takve se i koriste. Projektant samo ovde umesto raznih informacija datih na uobičajen način u knjigama, priručnicima, katalogima i prospektima koristi računar (koristi knjigu u elektronskom obliku), samo je lakše pretražuje i pri tom direktnije koristi u radu.

poglavlje lim /		strana broj: 3 /					
tabela 1							
Velicina dodatka a i b odnosno a1 i b1 (Romanovski)							
Debljina	Dodatak (mm)			Debljina	Dodatak (mm)		
lima	a	i	b	lima	a	i	b
mm	a1	i	b1	mm	a1	i	b1
'0.3'	'1.4'		'2.3'	'4.0'	'2.5'		'3.5' Ÿ
'0.5'	'1.0'		'1.8'	'5.0'	'3.0'		'4.0' Ÿ
'1.0'	'1.2'		'2.0'	'6.0'	'3.5'		'4.5' Ÿ
'1.5'	'1.4'		'2.2'	'7.0'	'4.0'		'5.0' Ÿ
'2.0'	'1.6'		'2.5'	'8.0'	'4.5'		'5.5' Ÿ
'2.5'	'1.8'		'2.8'	'9.0'	'5.0'		'6.0' Ÿ
'3.0'	'2.0'		'3.0'	'10.0'	'5.5'		'6.5' Ÿ
'3.5'	'2.2'		'3.2' Ÿ				
	b='a'				(5) Ÿ		
	b1='a1'				(6) Ÿ		

Slika 1

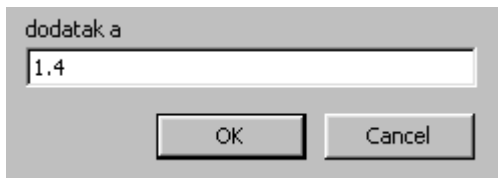
¹ Ivan Arandelović, Mašinski fakultet, Beograd

² Željko Popović, Viša tehnička mašinska škola, Beograd

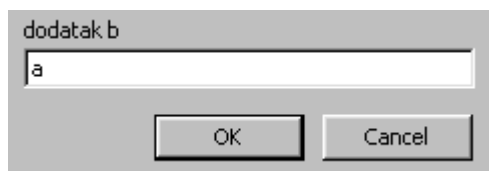
Sve informacije mogu da se daju u izvornom obliku, onakve kakve su bile tamo odakle su preuzete. Naravno, moguća je reorganizacija sa ciljem da se izbací što više informacija koje nisu neophodne za projektovanje. Cilj je da ova elektronska knjiga bude što konciznija. Zavisno od organizacije mogu se informacije smestiti u jednu knjigu sa više poglavlja ili u više knjiga. Uopšte sadržinu informacija moguće je praktično oraganizovati zavisno od želje firme ili projektanta.

2.Korišćenje projektantske baze podataka

Prebacivanje sa jedne na drugu stranu u knjizi (projektantskoj bazi podataka) vrši se uobičajeno pomoću trake za pretraživanje. Na sl.1 je dat prikaz jedne strane na kojoj se nalazi tabela i dve formule. Kada se dovede



Slika 2



Slika 3

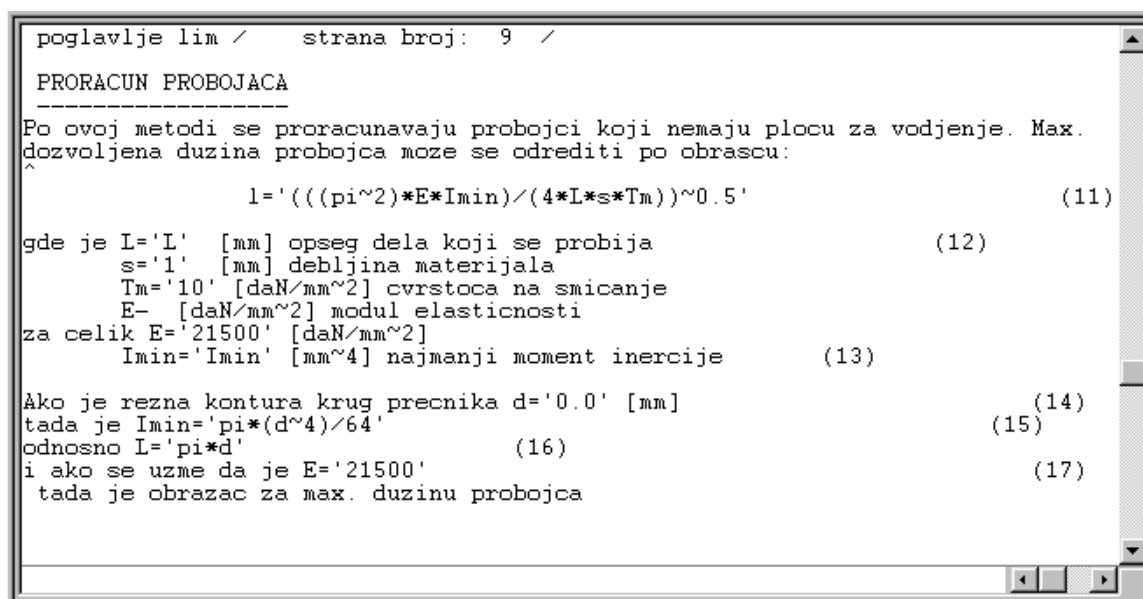
pokazivač na vrednost dodatka a iz tabele 1 (sl.1) i pritisne kombinacija tastera tastatura-miš pojavljuje se okvir za dijalog kao što je dato na sl.2 gde može da se prihvati ili izmeni vrednost izabrana iz tabele. Pritiskom na levi taster miša bira se podatak iz tabele bez otvaranja okvira za dijalog.

Kada se dovede pokazivač na vrednost dodatka datog u obliku formule $b='a'$ (sl.1) i pritisne kombinacija tastera tastatura-miš pojavljuje se okvir za dijalog kao što je dato na sl.3 gde može da se prihvati ili izmeni izabrana formula izdvojena iz tabele.



Slika 4

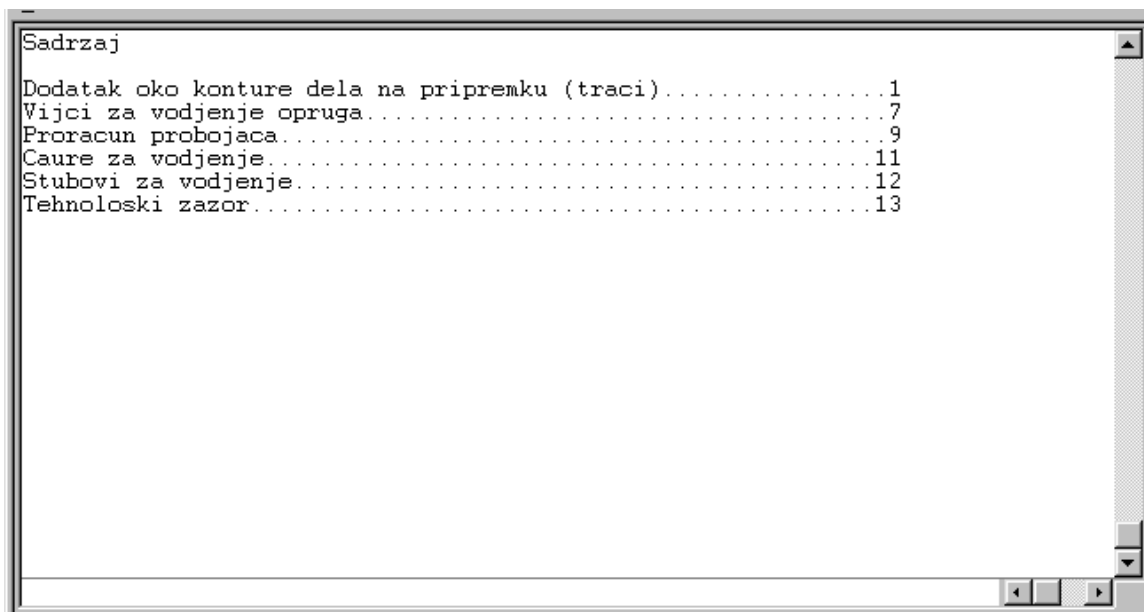
Ako u jednom redu u tabeli ima više vrednosti a vrši se izbor svih vrednost u tom redu pritisne se druga kombinacija tastera tastatura-miš kada se pokazivač dovede na prvu vrednost u tom redu. Otvoriće se okvir za dijalog kao na sl.4 gde su vrednosti parametara poredjane jedna ispod druge.Ovde se vrednosti parametara koje su izdvojene iz tabele mogu prihvatiti ili izmeniti.



Slika 5

Ako u jednoj koloni tabele ima više vrednosti za izbor svih vrednosti pritisne se druga kombinacija tastera tastatura-miš kada se pokazivač dovede na prvu vrednost u toj koloni .Otvoriće se okvir za dijalog kao na sl.4 gde su vrednosti parametara poredjane jedna ispod druge a vrednosti parametara koje su izdvojene iz tabele mogu se prihvatiti ili izmeniti.

Na slici 5 je data jedna strana gde je uz formule za proračun dat i tekst objašnjenja.



Slika 6

Na slici 6 je data prva strana na kojoj se nalazi sadržaj. Dovodjenjem pokazivača na broj strane ili naziv pojedinog poglavlja i pritiskom na levi taster miša prelazi se na stranu gde počinje to poglavlje.

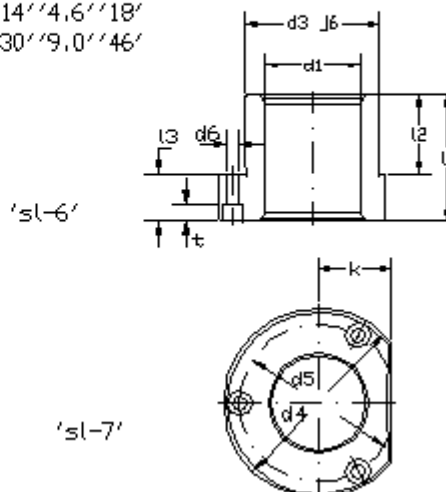
poglavlje 11 / strana broji 11 /

_tabela 4

d1 d3 d4 d5 d6 l1 l2 l3 t k

'18''36''52' '42' '4,5''36''22''14''4,6''18'

'60''85''120''100''9,0''80''50''30''9,0''46'



Slika 7

Na slici 7 je prikazana strana na kojoj se nalazi i grafička predstava jednog mašinskog elementa (čaura). Dovodjenjem pokazivača na broj slike (na primer 'sl-7') i pritiskom na levi taster miša pokreće se program kojim je opisana ova slika u jeziku za modeliranje PrESMod. Pre pokretanja programa kojim je opisan grafički entitet potrebno je da se iz tabele odaberu ili unesu podaci potrebni za projektovanje. Ukoliko nisu poznate vrednosti promenljivih parametara koji se nalaze u opisu slike u toku izvršavanja programa se vrši unos tih parametara. U opisu grafičkog entiteta u jeziku za modeliranje PrESMod mogu da se koriste, osim promenljivih koje se dobijaju izborom ili unosom, i promenjive čije se vrednosti dobijaju proračunom iz formule u projektantskoj bazi podataka.

Literatura:

Popović Ž., Jezik za modeliranje PrESMod, monografija, ISBN 86-902411-3-2, Beograd 2001

Popović Ž., AutoCAD 2000 i jezik za modeliranje PrESMod, Beograd 2001

Resume

This paper presents a concept of a projecting data base. Projecting data base is formed as a book for projecting with the accompanying data base, such as: tables, formulae, graphs and explanatory texts.

These data are taken from various books, manuals, leaflets, catalogues and brochures that are indispensable for certain area, to be integrated into a unit and used further on in a projecting.

The second part of a paper presents the ways purposed for the usage of a data base.

B. Babić, M. Kalajdžić¹

MREŽNA PROIZVODNJA

Rezime: Poslednjih godina promenjeni su tržišni uslovi i uslovi poslovanja. Potreba za sve složenijim proizvodima na tržištu uz skraćivanje vremena isporuke primorava kompanije na uspostavljanje novih vidova kooperacije u oblasti proizvodnje. Od odnosa kupac – dobavljač prešlo se prvo na strateške mreže dobavljača (lanci dobavljača), zatim na virtualne i klaster fabrike, a trenutno je aktuelan koncept mrežne proizvodnje.

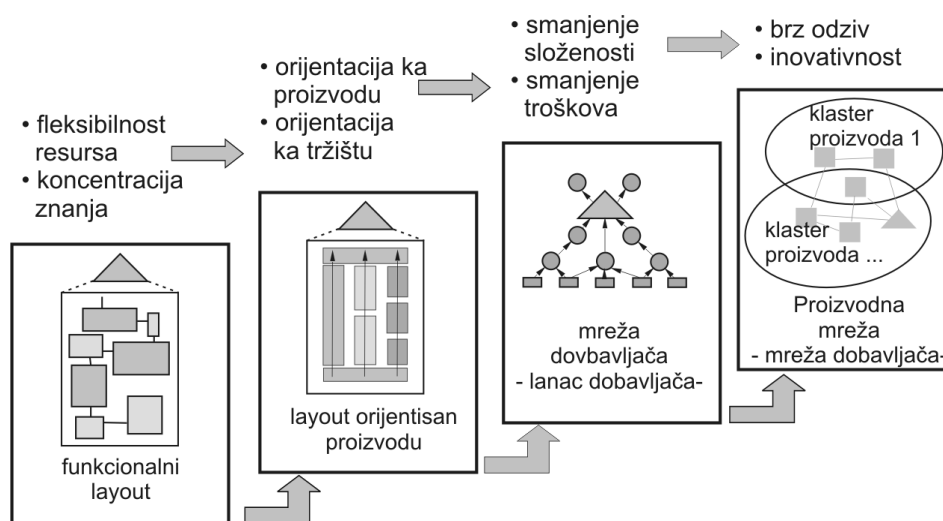
1. UVOD

Performanse novih organizacionih modela u proizvodnji određuje više faktora. Jedan od najvažnijih faktora je sposobnost brzog prilagođavanja i promene strukture (rekonfigurabilnost), odnosno fleksibilnost. Rekonfigurabilnost kao deo fleksibilnosti, podrazumeva traženje novih resursa koji će biti angažovani za ispunjenje nekog zadatka nastalog u novim okolnostima (novi proizvodni program, optimizacija postojećih proizvodnih zadataka, skraćivanje rokova isporuke, itd.) [1].

Koncept samostalne kompanije koja je povezana sa kupcima i dobavljačima samo kroz isporuku i nabavku je prevaziđen. U kompanijama se preduzimaju inovativne aktivnosti u cilju optimizacije procesa. Kao odgovor na današnje ekonomske izazove razvijeno je nekoliko koncepata, kao što su virtualne fabrike, upravljanje lancem proizvodnje i mrežna proizvodnja.

2. RAZVOJ PROIZVODNIH MREŽA

Promene uslova na tržištu uslovljavale su promene vidova saradnje između kompanija. U prošlosti, u uslovima stabilnog i predvidivog tržišta pažnja je bila usmerena na optimizaciju unutrašnjih procesa i podizanje stepena proizvodnosti. Promene koje su nastale poslednjih godina primorale su kompanije da uspostave kooperativne strukture (slika 1) [2].



Slika 1 Razvoj od funkcionalne fabrike do mrežne proizvodnje

¹ Prof. dr Bojan Babić, Prof. dr Milisav Kalajdžić, Mašinski fakultet u Beogradu, Katedra za proizvodno mašinstvo, e-mail: babib@alfa.mas.bg.ac.yu; kalajm@alfa.mas.bg.ac.yu

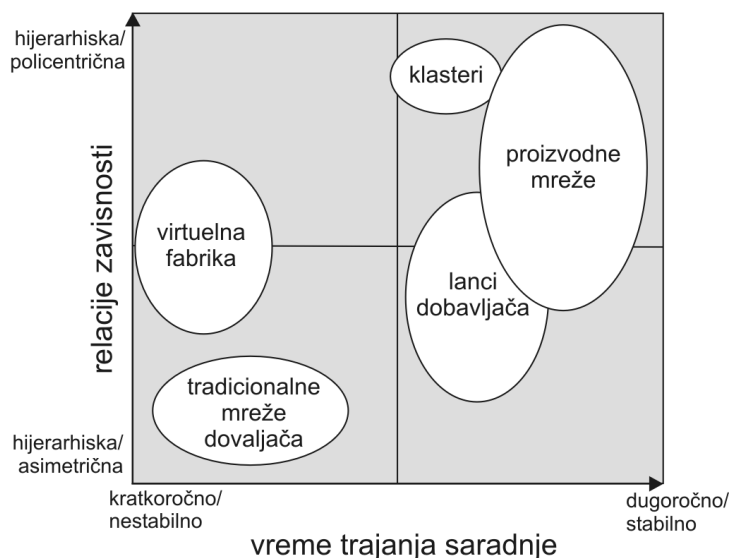
Kupci zahtevaju složenije proizvode, kompleksnije usluge i gotovo savršenu podršku. Ovakav pritisak tržišta primorava kompanije da tešnje saraduju i sa svojim dobavljačima, kao i sa svojim kupcima. Devedesetih je došlo do suštinske promene u strateškom pristupu proizvodnji. Da bi izašle na kraj sa sve većom kompleksnošću kompanije su morale da donesu odluku praviti ili kupiti komponente. Naredni korak je bio prelazak sa nabavke pojedinih delova na nabavku podsklopova, sklopova i modula. Ovo je dovelo do stvaranja lanaca isporuke kompanija koje saraduju sa dobavljačima i kupcima u cilju unapređenja poslovnih performansi. Lanac isporuke se može definisati kao među kompanijsko upravljanje tokom materijala i informacija duž celokupnog proizvodnog lanca.

Virtualne fabrike predstavljaju noviji oblik podele posla između proizvođača. Virtualne fabrike predstavljaju saradnju između različitih kompanija pri čemu svaki partner obezbeđuje jedinstvenu kompetentnost. Jedna od glavnih karakteristika virtualnih fabrika je uzajamno korišćenje među-kompanijskih informacionih sistema. U cilju zadovoljenja individualnih potreba kupaca i kratkih rokova isporuke fabrike koje saraduju koriste resurse i kompetentnost svojih partnera. Pri tome kupac "vidi" samo ugovarača dok je mreža koja se nalazi iza ugovarača "nevidljiva" za kupca.

Koncept klastera je proširenje koncepta virtualne fabrike. Klaster obuhvata hijerarhijsku mrežu kompanija, njihovih kupaca, dobavljača i svega što je potrebno za funkcionisanje ovakve mreže. Svi učesnici imaju svoj udeo na tržištu. Klaster je usredsređen na određeno tržište ili sektor. Kompanije mogu biti integrisane u više klastera, mogu se pojavljivati i klasteri unutar klastera.

3. MREŽNA PROIZVODNJA

Trend razvoja saradnje između proizvodnih kompanije doveo je do formiranja proizvodnih mreža ili mreža snabdevanja. Glavna ideja koja stoji iza proizvodnih mreža je međusobno korišćenje resursa i zajedničko planiranje procesa stvaranja nove vrednosti. Ove mreže karakteriše intenzivna komunikacija između učesnika. Kompanija u proizvodnoj mreži razmenjuje detaljne podatke sa svojim dobavljačima i kupcima. Pojedini dobavljači neke kompanije komuniciraju međusobno. Dakle, proizvođač saraduje sa ostalim snabdevačima svog kupca, tj. sa sopstvenom konkurencijom.

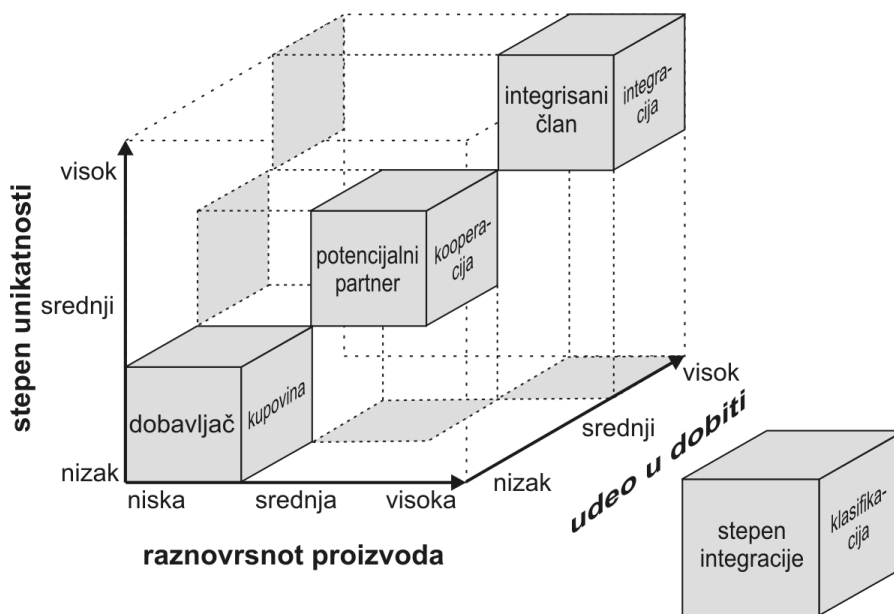


Slika 2 Klasifikacija koncepta saradnje

Informacije koje se razmenjuju u okviru proizvodne mreže, u skladu sa individualnim potrebama učesnika, mogu da obuhvate predviđeno opterećenje proizvodnih kapaciteta, dostupnost resursa među partnerima, naručene količine i planirane narudžbine i sl.

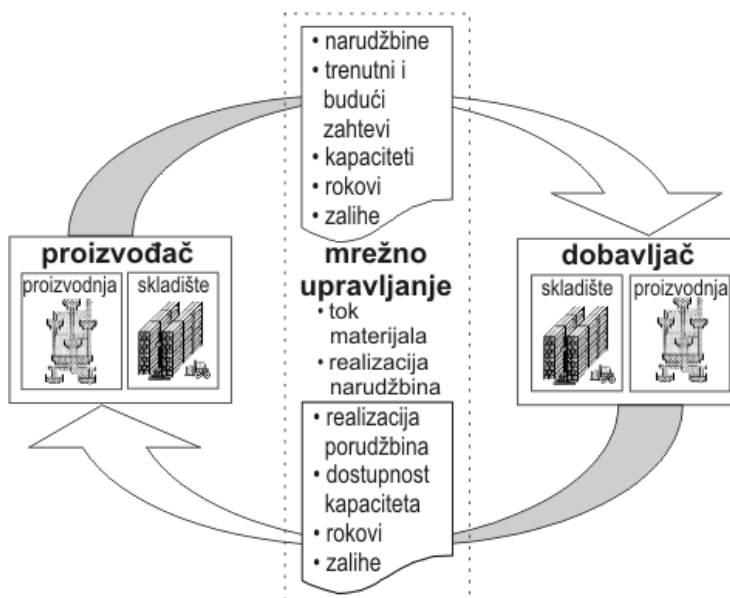
Predviđeno vreme trajanja saradnje u proizvodnoj mreži je značajno duže nego kod virtualnih fabrika. Virtualne fabrike se uglavnom formiraju za završetak jednog projekta. Kada se projekat završi partneri se razilaze. U proizvodnoj mreži partneri saraduju kroz duži vremenski period obzirom na to da je njihova

saradnja intenzivnija, odnosno partnerstvo podrazumeva zajednički razvoj proizvoda. Ovo zahteva stabilne i dugoročne odnose. Na slici 2 prikazana je klasifikacija konceptata saradnje u zavisnosti od vremena trajanja i tipa veza.



Slika 3 Vrednovanje kompetentnosti za izbor partnera

Izbor partnera koji će sačinjavati mrežu mora se sprovesti pažljivo tako da svi partneri imaju koristi od njihovog učešća, jer svaki partner ima uticaj na odluke unutar mreže. Najvažnije za izbor partnera je analiza njihove kompetentnosti i kompatibilnosti sa strategijom i potrebama mreže. Kompetentnost se meri stepenom zastupljenosti proizvođača istog tipa na tržištu, raznovrsnošću proizvoda i uslugu i udelom u ispunjenju zahteva kupca (novčanoj dobiti). U skladu sa klasifikacijom kompetentnosti kandidat za partnera se razmatra kao dobavljač, potencijalni partner ili integrisani član (slika 3) [2].



Slika 4 Razmena podataka u proizvodnim mrežama

Proizvodne mreže povećavaju fleksibilnost partnera. To se postiže kroz integraciju planiranja i terminiranja unutar mreže uz praćenje opterećenja i dostupnosti resursa kod različitih partnera. Između partnera se razmenjuju detaljne informacije koje obuhvataju podatke o proizvodima i o proizvodnji. Na primer proizvođač može da nadgleda aktuelno i predviđeno stanje kapaciteta određenog tehnološkog sistema koji pripada dobavljaču ili može da prati realizaciju pojedinih porudžbina i da se prilagođava u slučaju kašnjenja i

sl. Dakle, neophodan je protok informacija u oba smera: od proizvođača ka snabdevaču i obratno. Na slici 4 prikazan je primer informacija koje se razmenjuju.

Kada dođe do nedostatka kapaciteta za ispunjenje plana kompanije, obično, pokušavaju da maksimalno iskoriste unutrašnje potencijale uvođenjem dodatnih smena na primer. Ovakve mere su ograničenog dejstva tako da je neophodno razmotriti druge načine usklađivanja opterećenja. Cilj proizvodnih mreža je korišćenje spoljašnjih resursa ugovaranjem dela proizvodnje partnerima. Ovo povećava fleksibilnost proizvođača da trenutno reaguje na zahteve tržišta. Mogu se izdvojiti tri oblika ugovaranja između dobavljača i proizvođača. Klasičan oblik podrazumeva uobičajen odnos kupac-dobavljač. Drugi oblik se odnosi na tehnološku zavisnost, dakle kada proizvođač ne može u potpunosti da zatvori proizvodni proces jer ne raspolaže nekim tehnologijama. Ugovaranje pojedinih kapaciteta zbog preopterećenja sopstvenih predstavlja treći oblik.

4. ZAKLJUČAK

U svetu se sprovode intenzivna istraživanja raznih vidova kooperacije u oblasti proizvodnje. Mrežne strukture će uticati na sve nivoe poslovno-proizvodnog sistema, od nivoa aktivnosti do poslovnog nivoa. Glavni rezultat uspostavljanja tešnje saradnje i proizvodnih mreža je fleksibilnost i transformabilnost struktura i procesa proizvodnih celina u okviru mreže.

Na nivou obradnog sistema pojedini resursi treba da imaju sposobnost brzog uključivanja u međukompanijske procese. Ovo zahteva kratka vremena pripreme što bi dozvolilo male serije u skladu sa pojedinačnim zahtevima partnera. Neophodna je i standardizacije interfejsa kako bi se obezbedila obrada spoljašnjih podataka koji se odnose na posao.

Intenzivna istraživanja se sprovode u oblasti formalnog opisivanja mreža, upravljanja mrežama, komunikacionim protokolima itd. Potrebna su istraživanja vezana i za razlaganje mreža obzirom da kooperacija u industriji ne može trajati večno. Neophodno je definisati i način razdvajanja partnera.

LITERATURA

- [1] Babić B., Tržište resursa kao osnova za uspostavljanje virtualne fabrike, 27. JUPITER konferencija, (pp. 1.41-1.44), Beograd, (2001)
- [2] Wiendahl, H.-P., Lutz, S., Production in networks, *Annals of the CIRP*, Vol. 51/2, (pp. 573-586), (2002)
- [3] Babić B., Putnik G., A hierarchical model of distributed simulation, in Mertins K., Krause O., Schallock B., (eds.) *Global Production Management - IFIP WG5.7 International Conference on Advances in Production Management Systems APMS'99*, (pp. 26-33), Kluwer Academic Publishers, ISBN 0-7923-8605-1 (1999)

PRODUCTION NETWORKS

Abstract: *In the recent years business and market conditions have been changed. Demands for more complex products and shorter lead times forces companies to establish new means of cooperation in production domain. The classical customer-supplier relationship first changed to strategic supplier networks (supply chains) and then evolved to virtual and cluster enterprises. Currently production network concept is actual.*



Предраг ЧОНКИЋ¹

НОРМАТИВНО РЕГУЛИСАЊЕ ИНТЕЛЕКТУАЛНЕ СВОЈИНЕ У ПРЕДУЗЕЋИМА ИНДУСТРИЈЕ ПРАРАДЕ МЕТАЛА

САЖЕТАК

У овом раду објашњава се нормативно регулисање интелектуалне својине као стваралаштва у области науке, технике, привреде и других видова људског деловања са посебним освртом на предузећа индустрије прераде метала. Приказане су, при томе, улоге државе, невладиних организација и предузећа и то путем табела. Дато решење је из праксе предузећа ИНДУСТРИЈА ПРЕЦИЗНЕ МЕХАНИКЕ АД из Београда.

* * *

1. УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

Интелектуална својина је појам дефинисан у међународном праву, а односи се на **све** видове умних творевина који имају различите облике, а производ су стваралаштва у науци, техници, привреди, култури, уметности, књижевности, новинарству, образовању и сличним областима људског деловања.

У овом раду се дефинише начин стварања, постанак, промет и заштита ових творевина. Такође се приказују улоге државе, невладиних организација и предузећа индустрије прераде метала у њиховом нормативном регулисању. Дата је и општа подела интелектуалне својине на индустријску својину и ауторска права.

Рад обилује мноштвом табела, дијаграма и табела, а при томе је вршено и уопштавање текста у великој мери; аутор је уверен да ће ~ и поред тога ~ овај његов рад бити јасан читаоцима и стоји им на расположењу да им пружи потребна објашњења евентуалних нејасноћа.

Иначе, сам аутор се овом проблематиком више година професионално бавио у предузећу ИНДУСТРИЈА ПРЕЦИЗНЕ МЕХАНИКЕ АД из Београда чију праксу је изложио.

2. ЗАКОНИ СРЈ У ОБЛАСТИ ИНТЕЛЕКТУАЛНЕ СВОЈИНЕ

Област интелектуалне својине регулише **савезно** законодавство путем више одвојених савезних закона (републички не постоје).

Законе, у име савезне владе, припрема Савезни завод за интелектуалну својину, а усваја Савезна народна скупштина, као надлежни државни органи.

Тим законима су дефинисане улоге државе (законодавство, пријава и одобравање патената, судска заштита и друго), привредних комора, организација проналазача (СПАТУЈ и ЈУПИН), предузећа и других привредних и непривредних субјеката (институти, агенције, факултети и сл.).

Савезна народна скупштина усвојила је следеће законе

- **Закон о патентима;**
- **Закон о жиговима;**
- **Закон о узорцима;**
- **Закон о географским ознакама порекла;**
- **Закон о заштити топографија интегрисаних кола;**
- **Закон о ауторским и сродним правима,**

којим су, како се види, **нормативно регулисана сва** питања из ове области.

Основна поставка свих ових закона је **новина**, тј. раније **нигде у свету** није постојало овакво решење.

¹ Предраг ЧОНКИЋ, дипл. маш. инжењер, 11000 Београд, Страхињића Бана 53/IV, тел. бр. 633-372, Е-пошта: ziki @Eunet.yu

3. ОПШТА ПОДЕЛА ИНТЕЛЕКТУАЛНЕ СВОЈИНЕ

Интелектуална својина се ~ у основи ~ дели на два дела, и то:

- * **индустријска својина,**
- * **ауторска права,**

о којима ће детаљно бити говора у наставку.

3.1. ИНДУСТРИЈСКА СВОЈИНА

У оквиру индустријске својине налазе се већином творевине које имају основе у техници и **углавном** њом се баве привредни - индустријски - субјекти (одатле је и само име).

3.1.1. Општи појмови

Предлогом унапређења сматра се **свако** предложено решење проблема из области технике, технологије, производње, организације пословања привредног субјекта чијом се применом остварује економска и друга корист, односно ако својом корисношћу унапређује и развија процес производње и пословања, побољшава квалитет производа и услуга, побољшава заштиту на раду, као и да побољшава заштиту и унапређује човекову средину.

Прихватањем предлога решења као и почетком плаћања зараде за стваралаштво прихваћено решење **постаје својина** привредног субјекта, тако да сва **каснија** пријављена **иста** или **слична** решења **не могу бити** предмет заштите као нови предлог унапређења ~ стваралаштва.

3.1.2. Врсте унапређења

У пракси срећемо неколико видова радног стваралаштва који одговарају условима изложеним у тачки 3.1.1. овог рада.

У предузећима постоје следећа унапређења:

- * **проналазак (изум);**
- * **техничко унапређење;**
- * **организационо унапређење;**
- * **користан предлог,**
- * **корисна идеја;**
- * **иницијатива;**
- * **унапређења кроз конкурсе,**

при чему је потребно дати детаљну дефиницију сваке од ових унапређења како би се ~ касније у пракси ~ лако одређивала врста / вид унапређења и начин заштите.

3.2. АУТОРСКА ПРАВА

Награђивање ауторских права за

- * **стручни рад ~ реферат;**
- * **предавање;**
- * **чланак;**
- * **вест,**

није било **предвиђено** ни једним нормативним ~ општим ~ актом у предузећима индустрије прераде метала, те је било потребно пронаћи критеријуме за награђивање аутора ових радова. Такође је било потребно утврдити услове којим морају да одговарају ови радови, а то су ~ у основи ~ текстови из **свих** области деловања предузећа, који представљају **новину** у свом подручју и **резултат** су ауторског рада, а **јавно** су при томе **објављени**.

Остали видови заштите ауторских права (ликовно, музичко и сл.) **нису** обухваћени награђивањем у предузећима индустрије прераде метала.

Ауторска награда се додељује ауторима за њихов допринос стицању **стручног** и **другог доприноса** угледа привредног предузећа.

Висина саме награде зависи од много елемената:

- * **просечне нето зараде запослених предузећа [LDm];**
- * **врсте ауторског дела;**
- * **нивоа излагања ~ објављивања;**
- * **оцене квалитета текста.**

Преглед посебних ауторских награда дат је у Правилнику предузећа **табеларно** и то у функцији просечне месечне **нето** зараде запослених предузећа [**LDm**], што ће се приказати у неком другом раду.

Одредбе из ове области треба унети у **Правилник о подстицању и вредновању стваралачког рада запослених привредног предузећа** као **потпуно ново** поглавље под називом

ПОСЕБНА АУТОРСКА ПРАВА

тако да сада овај Правилник представља **јединствену целину** награђивања **свих** видова стваралачког рада запослених у предузећу, што је и реална потреба.

3.3. УПОРЕДНИ ПРЕГЛЕД ТВОРЕВИНА

У наставку се, због прегледности, даје табеларни УПОРЕДНИ ПРЕГЛЕД ТВОРЕВИНА и то:

Укупно	Општа подела	Регулише	Н а з и в	Ознака	Године заштите	Напомена
Интелектуална својина	Индустриска својина	Закон	Патент (изум)	IZU	20	
			Мали патент	MIZ	8	мања креативност!
	Аутор. права	Правилник	Техничко унапређење	TUN	5	помиње се у закону
			Организационо унапређење	OUN	4	
			Користан предлог	KPR	2	
			Корисна идеја	KID	Једнократна зарада (исплата)	издвојена из KPR и поред неприменљивости на одређену тему слободна тема
			Иницијатива	INI		
			Конкурс Пројеката	KOP		
			Конкурс идеја	KOI		
			Стручни рад - реферат	STR		
			Предавање	PRE		
			Чланак	ČLA		
	Вест	VES	могуће је при том и поновно објављивање, на више језика, у разним земљама и то као зборник, али и као књига			

Из ове табеле се на јасан и прегледан начин види ко шта нормативно регулише, а такође и које је време и начин заштите сваке од ових творевина понаособ. Дата су и сва друга потребна објашњења.

Увођење новина (новог решења) **потребно** је нормативно регулисати.

4. ЗАКЉУЧАК

На основу свега до сада изложеног могући су следећи

з а к љ у ч и :

- послове из области интелектуалне својине често срећемо у редовном процесу производње и пословања предузећа индустрије прераде метала;
- послови из области интелектуалне својине су послови од посебног интереса за предузећа индустрије прераде метала и треба их нормативно регулисати;
- држава нормативно регулише интелектуалну својину преко свог надлежног (савезног) органа: Савезног завода за интелектуалну својину, али и одредбама више закона које усваја Савезна народна скупштина;
- приказано решење је из праксе предузећа ИНДУСТРИЈА ПРЕЦИЗНЕ МЕХАНИКЕ АД из Београда.

У Београду, јануара 2003. године

4. ZUSAMMEFASSUNG



S.Ćurčić¹, R. Slavković²

INTEGRISANI MODEL LOGISTIČKOG POGONSKOG PLANIRANJA

Rezime:

Da bi se postigla veća fleksibilnost preduzeća, razvijaju se CIM i logistika. Mnoga preduzeća su, međutim, shvatila, da ne poseduju bazu podataka, pomoću koje bi mogli da ocene sa potrebnom tačnošću i brzinom, delovanje ovih strategija na njihove proizvodne površine, zgrade, postrojenja i pogonske uređaje. Ovaj rad daje koncept integrisanog modela logističkog pogonskog planiranja.

1. UVOD

Logističari proizvodnje i inženjeri u pogonu govore o CAD/CAM, Just-in-time-proizvodnji, KANBAN-sistemima i o informaciono procesnim tehnikama, kao što je CIM. Međutim, u najvećem delu ne obraćaju pažnju na činjenicu, da su proizvodni procesi kao i upravno organizacione usluge, okruženi mnogobrojnim, delimično veoma kompleksnim objektima, postrojenjima i sistemima. Samo je malom broju rukovodilaca poznata činjenica, da se svakodnevno mora ekonomisati milionskim vrednostima, koje su uložene u nekretnine i materijalna dobra; i baš na tom polju se nalaze veliki potencijali u racionalizaciji odn. postizanju znatnog sniženja ukupnih troškova.

Informacija, kao proizvodni faktor, može da se realizuje, kada su međusobno usklađeni lanci radnih procesa i metoda planiranja, a pomoću savremenih informacionih procesnih tehnika i okružujućih materijalnih resursa, kao što su placevi, građevinska zemljišta, pogonska sredstva, mašine i uređaji.

Menadžmentu mora da bude jasno, da CIM, proizvodna logistika i nove tehnike kancelarijske komunikacije, rade samo onda efikasno i bez problema kada međusobno saraduju.

2. LOGISTIČKA PRETPOSTAVKA

Polazeći od preduzetničkih procesa učinka u nekom preduzeću, logistika postrojenja se konkretizuje kao najvažnija karakteristična disciplina i funkcija za promenu namene u smislu pripreme objekata, postrojenja i sredstava rada, koji se koriste, kao i za koordinaciju personalnih resursa.

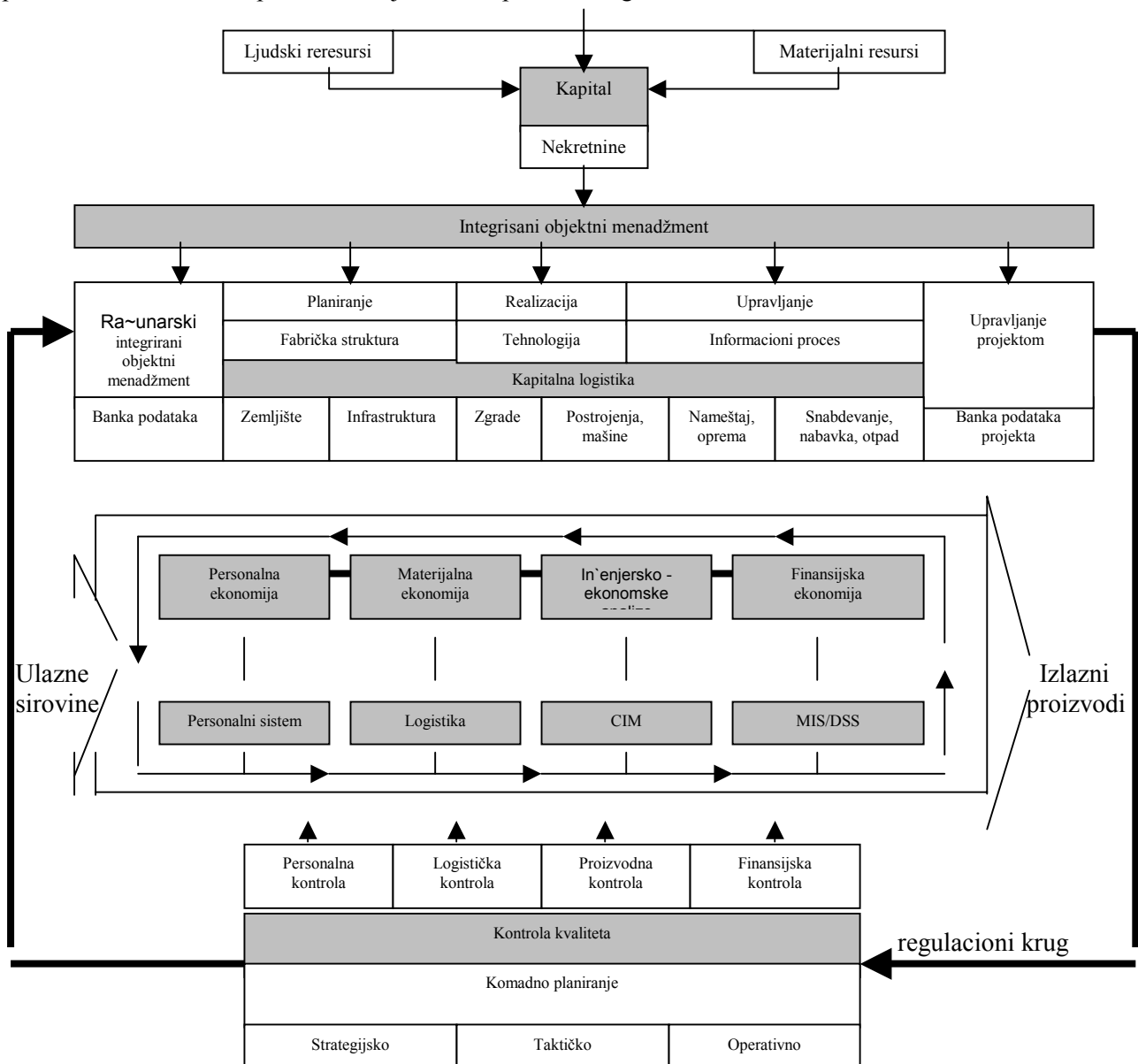
Logistika preduzeća koordinira mere za: planiranje, realizaciju, inženjerske analize i kontrolu materijalnih resursa. Funkcije planiranje, realizacija, inženjerske analize i kontrola nekog preduzeća, moraju da se integrišu u kružni tok, u čijem se centru nalaze "objekti koje treba održavati u pogonu". Cilj logistike preduzeća je racionalizacija poslovanja radi poboljšanja performansi proizvoda.

Zadaci pogonskih, proizvodnih i fabričkih planera nekog preduzeća kao i, zahtevi i zadaci koji se postavljaju pred objekt menadžment, su kompleksni i veoma su široki; uglavnom se determinišu u zavisnosti od veličine preduzeća, od njegove organizacione strukture, kao i od objekata i materijalnih resursa kojima treba ekonomisati.

Objektni menadžment treba da integriše predmetne delove fabričkog planiranja, planiranja proizvodnje, upravljanja proizvodnjom, proizvodnju, održavanje, ekonomisanje materijalom i skladištima, kao i troškove poslovanja i planiranje investicija, u jedinstveni proces, sa strateškim ciljem njihove permanentne optimizacije.

¹Dr Srećko Ćurčić, docent, ²Radomir Slavković, v. prof., Tehnički fakultet, Svetog Save 65, 32000 Čačak,
Tel: 032/302 737., e-mail: srekkoc@tfc.kg.ac.yu

Na slici 1 data je struktura proizvodnih sistema u funkciji integrisanog objekt menadžmenta. Na ovoj slici su dati podsistemi i međusobni uticaji, preko odgovarajućih veza u preduzeću, u funkciji optimalnih karakteristika proizvoda koji izlazi iz proizvodnog sistema.



Slika 1: Nove proizvodne strukture

2.1 Integrisani objektni menadžment

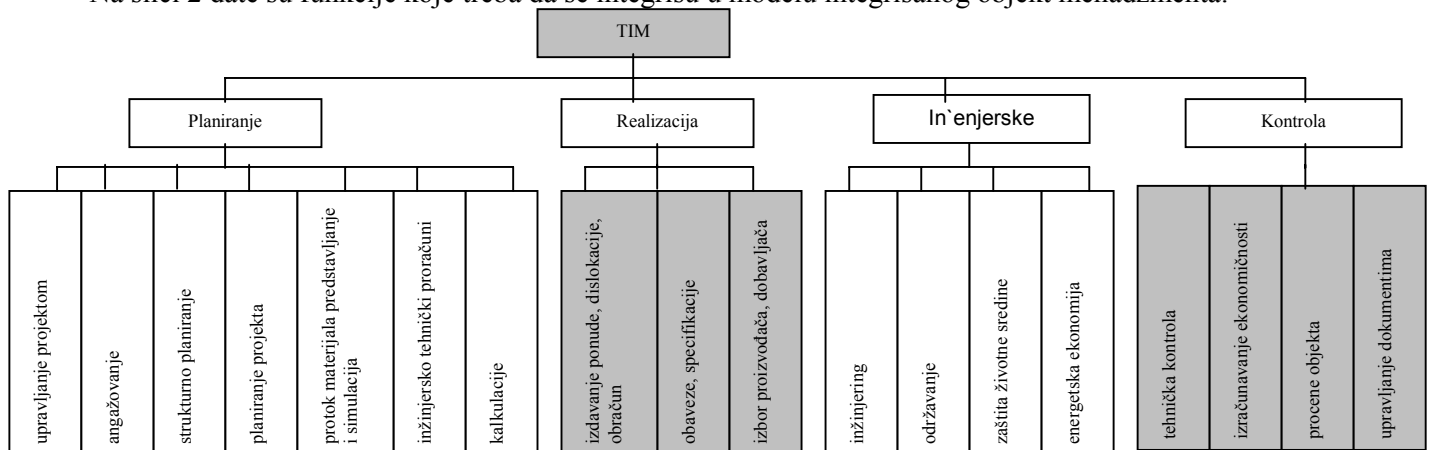
Integrisani, digitalni model pogonskog planiranja mora da pokrije sve stadijume planiranja, od snimka zemljišta pa do planiranja uređenja i instalacija, odn. da informacije dobijene u jednom planskom koraku, mogu da se predaju uključenim segmentima planiranja. Nakon toga, mora da bude u stanju, da u različitim planskim stadijumima dobijene grafičke i alfa - numeričke podatke i informacije o zemljištu, okolini, o celokupnom pogonu, pojedinačnim zgradama i postrojenjima, njihovu podelu i opremanje, sve do pojedinačnog proizvodnog sredstava, memoriše u integrisani sistem, kao i da njima ekonomiče i da ih dovodi u međusobne odnose.

Integracija postaje na ovaj način osnova integrisanog objekt menadžmenta koji treba da ima:

- direktno povezivanje računski podržanih sistema i komponenata sistema radi prenosa svih podataka relevantnih za planiranje i upravljanje,
- računarski podržano generisanje, pripremu i kontrolu podataka i informacija,
- smanjenje grešaka u prenosu,
- smanjivanje vremenskog angažovanja za generisanje planskih alternativa,

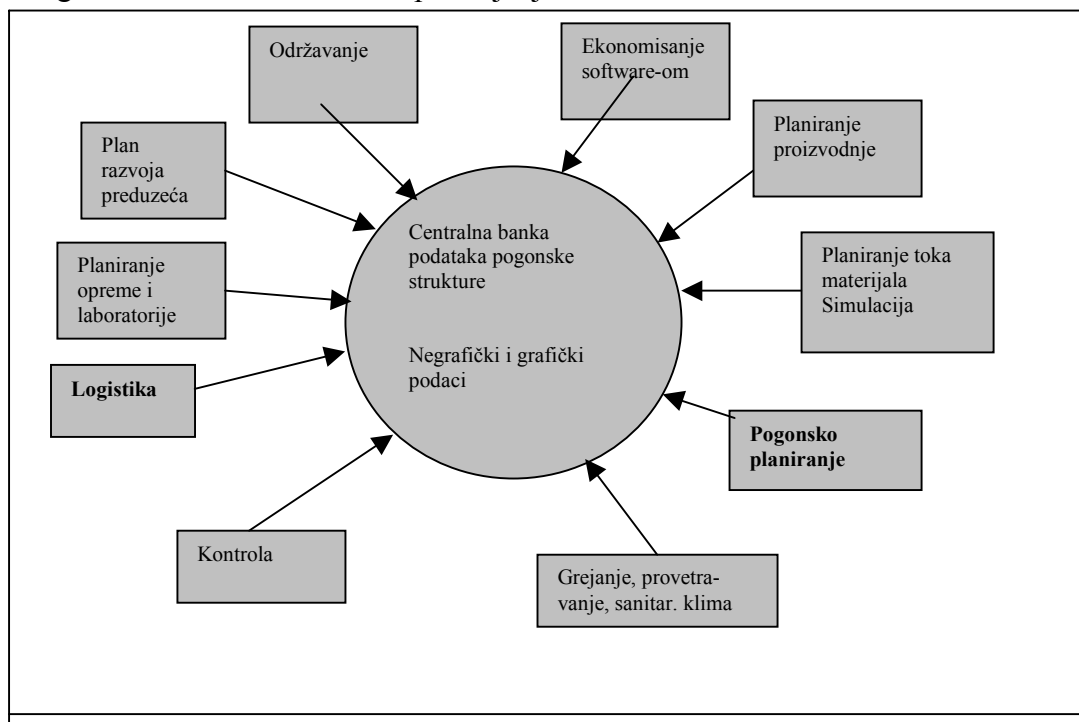
- povećanu plansku sigurnost,
- smanjenje opštih troškova i
- optimizaciju pogonskih troškova.

Na slici 2 date su funkcije koje treba da se integrišu u modelu integrisanog objekt menadžmenta.



Slika 2: Funkcije integracije za objektni menadžment

Da bi se izvršila integracija neophodno je izvršiti formiranje banke podataka sa celokupnom strukturom pogona. Elementi strukture dati su na slici 3. Povezivanjem sa bankom podataka strukture pogona, omogućava se formiranje odgovarajućih lista, tako da se automatski može da proveri poklapanje sa odgovarajućim simboličkim prikazom, pri čemu je u svakom momentu garantovana aktuelnost podataka i informacija. Ovako organizovana banka podataka treba da omogući formiranje integrisanog informacionog sistema. Cilj formiranja ovog sistema je poboljšanje performansi proizvoda na tržištu. Na slici 4 dat je integrisan informacioni sistem postrojenja.



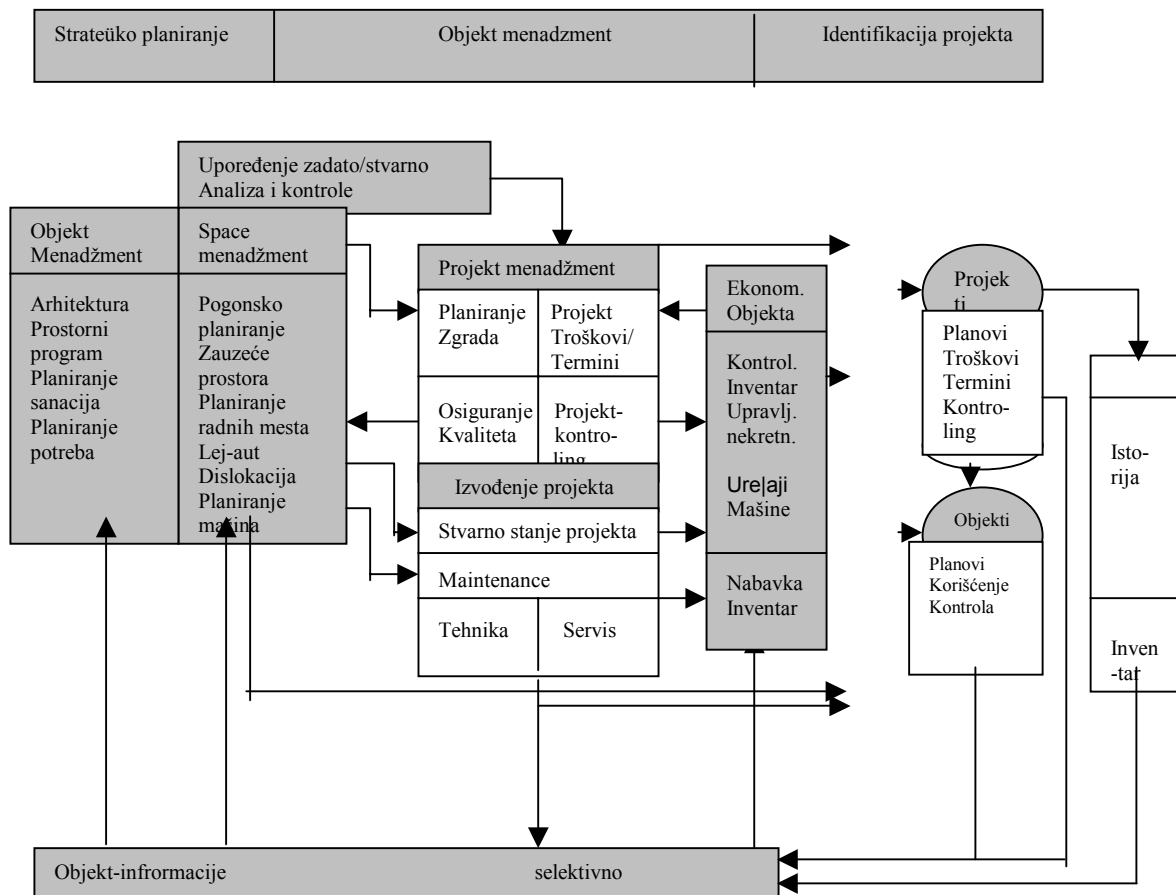
Slika 3: Permanentna razmena informacija između centralne banke podataka strukture pogona i priključenih preduzetničkih oblasti ili funkcija

3. ZAKLJUČCI

Sve proizvodne strukture nisu u stanju da garantuju traženu fleksibilnost proizvodnje sa prihvatljivim troškovima za odgovarajuće proizvodne sisteme, protok materijala i obradu informacija.

Odgovarajuće inovacije i sanacije, uvek, ne dovode do željene koristi. Integrirana logistika omogućava efikasnost pogonskih sredstava i materijalnih resursa kao i obavljanje zadataka i aktivnosti.

Takođe, integrisana logistika postrojenja u objekt menadžmentu nekog preduzeća, pomaže u olakšavanju funkcionisanja "dinamičkog proizvodnog pogona".



Slika 4. Integrisani informacioni sistem postrojenja

Formiranje modela logističkog planskog planiranja, može da se obavi po najrazličitijim, delimičnim postupcima. Redosled prioriteta je skoro proizvoljan, međutim, ipak se počinje tamo, gde se kratkoročno mogu postići uspesi i gde se može ubediti i neki specifično neinformisani krug korisnika, što znači da se započinje sa formiranjem i implementacijom banke podataka pogonske strukture sa zaključnim obuhvatanjem stvarnih podataka postojećih objekata i pogona.

Sa kvalitetnim, stalno aktuelnim, ne redundantnim podacima i informacijama, simulacioni modeli mogu da apliciraju nove mogućnosti optimizacije za vođenje procesa, planiranje pogonskih struktura i novih upravljačkih zadataka, putem integrisane logistike postrojenja.

Korist neke integrisane logistike postrojenja sa nekim "COM - objektom i informacionim sistemom postrojenja", dobija se iz: manjih troškova za održavanje pogonskih sredstava, povećanog stepena iskorišćenja i veće sposobnosti reagovanja na izmenjene zahteve.

4. LITERATURA

- [1]. Gereke LJ.: Logistika preduzeća, Znamen, Beograd, 1996.
- [2]. Pantelić T.: Industrijska logistika, ICIM, Kruševac 1999.
- [3]. Henzler, Heindbreder: Praxis des Objektmanagement. Methodik, Planing, Verlag, Moderne industrie, Landsberg/Lech, 1989.

INTEGRATED MODEL OF A LOGISTIC PRODUCTION PLANNING

Sammary:

In order to arhieive better company flexsibility, CIM and logistic have been developed. However many companies have realized that they do not have data base whits would estimate the influence of these strategies on production premises, plants and devices accurately and quickly. This work gives the concept of integrated model of a logistic production planning.



Dr M. Radovanović, dr Lj. Đorđević, B. Marić, S. Đurić¹

EFEKTI UVOĐENJA KONTROLE VRŠNE STRUJE U OKVIRU IMK "14.OKTOBAR" AD KRUŠEVAC²

Rezime

U radu je na primeru poslovno-proizvodnog sistema IMK "14.oktobar" AD Kruševac opisana mogućnost kontrole i upravljanja angažovanom električnom snagom pomoću mikroračunarskog sistema i efekti koji se pri tom postižu. Dat prikaz aktivnosti na realizaciji projekta "Razvoj i uvođenje u primenu mikroračunarskog sistema za kontrolu angažovane snage u IMK "14.oktobar" AD Kruševac" koji se realizuje u okviru ciklusa projekata iz oblasti tehnološkog razvoja čiju realizaciju sufinansira MNTR RS. Analiza mogućih ušteda na smanjenju utroška električne energije i angažovane snage pokazuje da bi ukupna ulaganja za razvoj i ugradnju jednog ovakvog mikroračunarskog sistema, računajući i troškove pripremnih radova mogla veoma da se isplate u veoma kratkom roku kroz moguće mesečne uštede.

UVOD

Značajne troškove u poslovnim sistemima čine troškovi energenata, a posebno troškovi električne energije koja se koristi za zagrevanje u tehnološkim procesima livenja, kovanja, termičke obrade, pokretanje mašina radilaica, kao i za zagrevanje poslovnog prostora. Ovi troškovi značajno utiču i na jedičnu cenu proizvoda, pa samim tim i na konkurentnost proizvoda na tržištu.

U okviru poslovnog sistema IMK „14.oktobar" AD Kruševac na glavnoj lokaciji površine od oko 100 ha zemljišta, na 30 ha poslovnog prostora instalirano je preko 2.000 mašina radilica i uređaja, potrošača električne energije, koji su priključeni na 16 trafo stanica, a instalisana snaga ovih potrošača je oko 45.000 kVA. Poseban problem predstavlja jedovremeno uključivanje najvećih potrošača što dovodi do preopterećenja sistema, prekoračenja dozvoljene angazovane električne snage, ispadanja iz sistema i oštećenja potrošača, kao i do znatnog povećanja troškova električne energije.

Iako su znatno smanjeni fizički obim i intezitet proizvodnje, troškovi angažovane snage su i dalje značajni, što se može videti iz podataka o potrošnja električne enegije i troškova za utrošenu električnu energiju čak i u tri letnja meseca 2001. godine, kada je obim proizvodnje sveden na minimum, a grejanje je bilo nepotrebno. Ovi podaci su dati u tabeli 1.

Iz navedenih podataka, imajući u vidu troškove angažovane snage, odnosno "penale" za prekoračenje dozvoljnog vršnog opterećenja "P" jasno je da je više nego isplativo i opravdano uvođenje sistema za kontrolu i upravljanje angažovane električne snage, odnosno uravnoteženje vršnog opterećenja.

¹ Docent dr Miroslav Radovanović, dipl.inž.maš. Mašinski fakultet Niš, 18000 Niš, Beogradska 14; prof. dr Ljubodrag Đorđević, dipl.inž.maš. Mašinski fakultet Kraljevo, 36000 Kraljevo, Dositejeva 19, Budimir Marić, dipl.inž.maš. i Sava Đurić, dipl.inž.maš. Institut IMK "14.oktobar" Kruševac, 37000 Kruševac, "14.oktobra" 2

² Rad je nastao u okviru projekta: "Razvoj i uvođenje u primenu mikroračunarskog sistema za kontrolu angažovane snage u IMK "14.oktobar" AD Kruševac" čiju realizaciju sufinansira MNTR RS

Tabela 1. Troškovi električne energije u IMK "14.oktobar" AD Kruševac za priod jun-avgust 2001. godine

Red. broj	Mesec	Tarifa	Potrošnja (kWh)	Troškovi (DIN)	Ukupno (DIN)
01.	JUN 2001.	NTA	14.000,00	3.136,00	846.092,80
		VTA	448.000,00	301.056,00	
		VTR	168.000,00	12.700,80	
		P	4.200,00	529.200,00	
02.	JUL 2001.	NTA	434.307,00	97.553,48	1.450.119,60
		VTA	851.374,00	573.522,88	
		VTR	439.000,00	23.390,64	
		P	5.958,62	737.638,04	
03.	AVGUST 2001.	NTA	405.456,0	90.958,84	1.491.476,30
		VTA	1.151.063,00	774.953,76	
		VTR	460.550,00	35.890,50	
		P	4.616,14	570.688,04	

U radu su, na primeru poslovno-proizvodnog sistema IMK "14.oktobar" AD Kruševac, opisane mogućnosti kontrole i upravljanja angažovanom električnom snagom pomoću mikroracunarskog sistema i efekti koji se pri tom postižu.

MIKORARAČUNARSKI SISTEM ZA KONTROLU I UPRAVLJANJE ANGAŽOVANOM ELEKTRIČNOM SNAGOM

Institut IMK « 14.oktobar » AD Kruševac sa spoljnim saradnicima definisao je projekat pod nazivom "Razvoj i uvođenje u primenu mikroracunarskog sistema za kontrolu angažovane snage u IMK "14.oktobar" AD Kruševac", a u cilju optimizacije troškova poslovanja uvođenjem u primenu računarskog sistema za kontrolu i upravljanje vršnim opterećenjem energetskog sistema preduzeća.

Predmet istraživanja istraživanja na ovom projektu indetifikacija kritičnih, ključnih potrošača električne energije u okviru poslovno-proizvodnog sitena IMK « 14.oktobar » AD Kruševac, a porom razvoj i uvođenja u primenu mikroracunarskog sistema za kontrolu angažovane snage električne energije; upravljanje ključnim potrošačima u okviru poslovnog sistema, a sve u cilju efikasnijeg korišćenja energije i smanjenja troškova poslovanja.

Indetifikacija i klasifikacija kritičnih potrošača električne energije

U okviru istraživanja na projektu izvršena je analiza svih potrošača električne energije i indetifikovani su kritični potrošači, kao i nivo njihove značajnosti i prioriteta sa aspekta tehnološkog procesa. Prikupljeni i obrađeni podaci su polaz za projektovanje mikroracunarskog sistema, koji će omogućiti da se prati nivo angažovane snage i kontrolisati da se ne pređe zadata, željena maksimalna vrednost.

Izbor i klasifikacija potrošača, kao i određivanje prioriteta i redosleda isključivanja izvršeno je uvažavajući instalisanu snagu potrošača, maksimalno dozvoljeno vreme isključenja, minimalno dopušteno vreme između dva uzastopna isključenja itd. Po projektovanju, izradi i testiranju mikroracunarskog sistema izvršiće se njegovo instalisanje u IMK „14.oktobar" AD Kruševac i uvođenje u primenu uz obuku korisnika i ocenu efikasnosti.

Svi značajniji potrošači električne energije u IMK "14.oktobar" AD Kruševac svrstani su u pet grupa, od kojih je grupa potrošača 2.a, kompresori "van sistema", jer je njihovo isključenje iz tehnoloških razloga nepoželjno, tako da sistem obuhvata kontrolu 2x32 potrošača sa ukupno instalisanom snagom $P_i=19.380$ kW, što se može videti u tabeli 2.

Tabela 2. Pregled grupa potrošača električne energije predviđenih za priključenje na sistem za uravnoteženje vršnog opterećenja

Red. broj	NAZIV POTROŠAČA	INSTALISANA SNAGA /KW/	LOKACIJA /POGON/
1.	Potrošači na red. br. 01 do 32.e	Pi1 = 4.464 kW	TO – FHS
2	Potrošači na red. br. 33 do 45	Pi2 = 7.545 kW	KOVAČNICA+SŠ
2.a	Potrošači na red. br. 46 do 49	Pi2a= kW	ENERGETIKA
3.	Potrošači na red. br. 50 do 53	Pi3 = 6.300 kW	LIVNICA ČL
4.	Potrošači na red. br. 54 do 65	Pi4 = 1.071 kW	TO - FT
Ukupno	Potrošači na red. br. 01 do 65	Pi = Pi1 + Pi2 + Pi3 + Pi4 = 19.380 kW	IMK “14.OKTOBAR” AD KRUŠEVAC

Napomena: Prvo se isključuju potrošači iz I grupe prioriteta, a zadnji potrošači iz VI grupe prioriteta (red.br.2.a)

Za naše područje vreme više tarife /VT/ u višem sezonskom /zimskom/ tarifnom stavu od 01. oktobra do 31. marta je u vremenu od 07 do 13 časova i od 16 do 22 časa, a u nižem /letnjem/ tarifnom stavu je od 01. aprila do 30. septembra od 08 do 14 časova i od 17 do 23 časa

Rad potrošača pod rednim brojevima 35* i 41* je tehnološki povezan.

Izvedena blokada onemogućava istovremeni rad potrošača pod rednim brojevima 33** i 34** u vremenu VT

Rad potrošača pod rednim brojevima 33* *(34**) i 39** i 40* je tehnološki povezan

Potrošač po rednim brojem 36 može da radi, prema dogovoru, isključivo u vrenu niže tarife /NT/, ali u kontinuiteu neprekidno 6 časova

Izvedena blokada onemogućava istovremeni rad potrošača pod rednim brojevima 48 i 50, pri maksimalnom faktoru opterećenja u vremenu VT

Svi potrošačima upućuje se prethodna najava isključenja na 1 do 2 minuta pre isključenja

Osnovni podaci o mikroračunarskom sistemu

Mikroračunarski sistem se sastoji od mikroračunara, koji je povezan sa mernom grupom u trafostanici, neophodnim instalacijama i vezama sa kontrolisanim potrošačima i izvršnih uređajima na samim potrošačima, koji treba da vrši tri funkcije:

- Signaliziranje da li je potrošač uključen ili ne,
- Signaliziranje i upozoravanje da će potrošač biti isključen u određenom periodu
- Signaliziranje, komandovanje i izvršavanje isključenja potrošača.

Mikroračunarski sistem za kontrolu i upravljanje vršnom snagom funkcioniše na sledeći način:

Po posebnim procedurama u sistem se unose podaci o priključenim potrošačima i o prioritetima njihovog rada, kao i konstante maksimalno angažovane snage i konstante električnih brojila.

Za sve kontrolisane i upravljane potrošače se definišu:

- Prioritet isključivanja potrošača, u saradnji sa tehnolozima koji prate proces,
- Instalirana snaga (P),
- Maksimalno dozvoljeno vreme isključivanja (T1),
- Minimalno vreme između dva uzastopna isključivanja (T2),
- Potrošači koji se zbog tehnološkog procesa ne smeju isključivati (peći u livnicama, peći u termičkim obradama, kompresori i sl.).

Na početku obračunskog perioda korisnik zadaje željenu vrednost maksimalno angažovane snage, vršno opterećenje, koje korisnik ne sme da prekorači za naredni mesec.

Mikroračunar prati trenutno angažovanu snagu i unapred prognozira da li će biti u zadanim granicama merne periode od 15 minuta. Ako utvrdi da će granica biti prekoračena, on upozorava signalom, a potom po potrebi isključuje potrošače prema zadatom redosledu prioriteta, pre svih one koji nisu vitalni za tok tehnološkog

procesa i na koje isključenje neće bitno da utiče, te na taj način omogućava da se zadata vrednost angažovane snage ne prekorači.

Mikroračunar prema porastu angažovane snage sabira angažovane snage uključenih potrošača i određuje broj onih koji se upozoravaju i poziciju onih koji će biti isključeni. Pri tome uzima u obzir zadate prioritete i u velikoj meri eliminiše mogućnost nasilnog isključivanja pojedinih potrošača sistemom upozoravanja i optimizacijom potrošnje u celini. Pri postojanju velikih i kratkih špiceva opterećenja mikroračunarski sistem eliminiše špiceve svodeći prosečnu vrednost angažovane snage unutar mernog perioda u okvir dozvoljenog nivoa bez nepotrebnog zastoja u procesu proizvodnje.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Razvoj i uvođenje u primenu mikroračunarskog sistema za kontrolu angažovane snage omogućava povećanje energetske efikasnosti, eliminaciju visokih impulsa opterećenja, svodenja prosečne vrednosti angažovane snage u okviru dozvoljenog nivoa, nasilno isključenje pojedinih potrošača. Uvođenjem ovog sistema uštedeće se 20-30% električne energije. Pošto mikroračunarski sistem izravna vršno opterećenje on automatski povećava njegovo mesečno satno korišćenje, pa se na račun elektro distribucije za angažovanu snagu može ostvariti popust i do 30%, a samo prijavom kod elektro distribucije da je potrošač ugradio računar za izravnavanje vršne snage za svaki procenat povećanja mesečnog korišćenja vršne snage u odnosu na odgovarajući obračunski perio u prethodnoj godini odobrava 1% popusta od ukupnog računa za električnu energiju.

LITERATURA

1. Mr H.Mihajlović, mr V.Živić, Sniženje troškova električne energije u preduzećima, Zbornik radova Višetehničke škole Niš, Niš, 1991.
2. Mr V. Živić, mr A. Nikolić, Primena mikroračunara za ograničenje vršne snage, Zbornik radova Višetehničke škole Niš, Niš, 1996.
3. Mr H.Mihajlović, mr B. Milošević, mr. M. Živić, Mikroračunari, Zbornik radova Višetehničke škole Niš, Niš, 1997.
4. Mr H.Mihajlović, V.Živić, S.Đurić, mr M.Radovanović, Mogućnost računarske kontrole i upravljanja angažovanom električnom snagom, Zbornik radova, 28. JUPITER KONFERENCIJA sa međunarodnim učešćem, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu i JUPITER ASOCIJACIJA, Beograd, 2002.
5. Tehničke informacije, projekti i katalogi Instituta Jožef Štefan Ljubljana, Energoinvest Sarajevo, IRIN Niš, VTŠ Niš, Joniko Niš.

INTRODUCTION FOR CONTROL OF MAXIMUM ENERGY AS A PART OF IMK "14 OKTOBAR" AD KRUŠEVAC

Summary

In the researched work on example for business-production system IMK "14 oktobar" AD Kruševac is described possibility for controle and managing by engaged electric power with micro-computers system and effects which is reached by that. The activity review for project realization are described in "Development an introduction for micro – computers system application for engaged power in IMK "14.oktobar" AD Kruševac controle, which are realized under projects from technology development area, which realization are financed by MSTD RS. Analysis for potential savings reduce of electric energy expend and engaged power show that complete investments for development and mounting of such micro – computing systems, accounting costs for preparation, could be payable for the short time through possible months savings.



Dr Lj. Đorđević, S. Đurić, S. Simonović, mr S. Veselinović¹

**PRILOG POVEĆANJU ENERGETSKE EFIKASNOSTI U OKVIRU POSLOVNOG SISTEMA IMK
“14.OKTOBAR” AD KRUŠEVAC²**

Rezime

U okviru rada na projektu “Zamena energenata i povećanje energetske efikasnosti kod potrošača koji koriste električnu energiju i tečna goriva u IMK “14.oktobar” AD Kruševac” koji se realizuje u okviru Programa povišenja energetske efikasnosti Vlade Republike Srbije identifikovani su ključni potrošači energije i dat je predlog za njihovu konverziju na druge vidove izvora energije. U radu je dat prikaz ponuđenih rešenja za povišenje energetske efikasnosti u okviru ovog poslovnog sistema u cilju snižavanja troškova proizvodnje i poboljšanja tržišne pozicije.

UVOD

U okviru Programa povišenja energetske efikasnosti koji je usvojila Vlada republike Srbije realizuje se projekat “Zamena energenata i povećanje energetske efikasnosti kod potrošača koji koriste električnu energiju i tečna goriva u IMK “14.oktobar” AD Kruševac”. Na osnovu analize potrošača energije i mogućnosti za njihovu konverziju za korišćenje drugih, ekonomičnijih energenata urađen je “Generalni projekat gasifikacije IMK “14.oktobar” AD Kruševac” kao osnova za dalje analize, projekte i izvođenje gasifikacije. Ovim projektom je predviđeno korišćenje prirodnog gasa u tehnološke svrhe, kao i zagrevanje proizvodnih hala. Predviđena je izgradna GMRS (Glavne merno regulacione stanice) za IMK “14.oktobar” AD Kruševac kapaciteta 4.000 Nm³/h prirodnog gasa i devet MRPS (Merno regulacionih podstanica) za devet grupa potrošača. U radu je dat pregled najvećih potrošača za koje se predlaže konverzija i prelazak na prirodni gas kao najoptimalniji energent.

PREDLOG KONVERZIJE NAJVEĆIH POTROŠAČA ENERGIJE

IMK "14.oktobar" AD Kruševac, kao poslovno-proizvodni sistem projektovan je sa takvim tehnološkim kapacitetima koji pri punom iskorišćenju omogućavaju izradu oko:

- 3.000 građevinskih i poljoprivrednih mašina
- 2.500 menjača ili toliko ekvivalentnih komponenti i elemenata transmisije
- 5.000 pari guseničnih lanaca
- 50.000 nosećih i vodećih valjaka (rulija)
- 20.000 tona čeličnih konstrukcija

¹ Prof. dr Ljubodrag Đorđević, dipl.inž.maš. Mašinski fakultet Kraljevo, 36000 Kraljevo, Dositejeva 19: Sava Đurić, dipl.inž.maš., Slobodan Simonović, dipl.inž.maš. i mr Svetlana Veselinović, dipl.inž.maš. Institut IMK “14.oktobar” Kruševac, 37000 Kruševac, “14.oktobra” 2

² Rad je nastao u okviru projekta: “Zamena energenata i povećanje energetske efikasnosti kod potrošača koji koriste električnu energiju i tečna goriva u IMK “14.oktobar” AD Kruševac” čiju realizaciju sufinansira MNTR RS

- 4.000 tona čeličnog liva
- 900 tona liva od obojenih metala (500 t Al-legura i 400 t Cu-legura)

Naravno, ovo prati i odgovarajuća infrastruktura koja sve potrošače snabdeva neophodnim energofluidima i energijom. Utošak energenata i energije čine značajnu stavku u ceni koštanja proizvoda te je neophodno kontinuirano raditi na smanjenju utroška energije i zameni energenata i primenjenih tehnologija.

U okviru poslovnog sistema IMK „14. oktobar" AD Kruševac, u cilju smanjenja utroška energije, pa samim tim i troškova poslovanja, locirani su najveći potrošači energije i energenata i izvršitna je analiza i sagledavanje mogućnosti prelaska na druge vrste energenata pogodnijih sa tehnnoekonomskog i ekološkog aspekta. Pored toga predviđa se mogućnost primene konverzije energetske efikasnije tehnologije zagrevanja. Nova tehnička rešenja za nekoliko karakterističnih potrošača energije u okviru proizvodnih pogona trebalo bi da doprinesu uštedi utroška energije od 15-20%.

U okviru poslovnog sistema IMK "14.oktobar" AD Kruševac za zagrevanje poslovnog prostora i u tehnološke svrhe koriste se pre svega električna energija i tečna goriva, kao i tehnički gasovi acetilen, propan, propan-butan i kiseonik. Prema raspoloživim podacima o potrošnji energije za potrebe zagrevanja i u tehnološke svrhe u IMK "14.oktobar" AD Kruševac potrošnja energenata je i u ovim uslovima velika.

Potrošnja energije za zagrevanje je oko 45 MW (Zagrevanje iz Gradske toplane Kruševac).

Na godišnjem nivou utoši se i oko:

- 4000 tona mrkog uglja
- 1.500.000 litara lakog lož ulja ili D2
- 700.000 kWh električne energije
- 400.000 normalnih metara kubnih propan-butana
- 100.000 normalnih metara kubnih propana

U okviru projekta, realizacijom planiranih aktivnosti identifikovani su i locirani najveći potrošači energije i energenata, izvršena su sagledavanja mogućnosti prelaska na druge vidove energenata, pogodnijih sa tehnnoekonomskog i ekološkog aspekta, a uradiće se i neophodna dokumentacija za konverziju energije i uvođenje energetske efikasnijih tehnologija zagrevanja.

Kompletnom realizacijom projekta stvorice se preduslovi za uštedu energije od 15-20 %, pri čemu, ako se održi dinamika realizacije već u narednoj godini mogu se očekivati uštede do 5 %. Pored ovoga smanjiće se problemi sa obezbeđenjem deficitarnih energenata i omogućiće se relativno kontinualnije odvijanje tehnoloških procesa.

U Tabeli 1. dat je pregled moguće primene prirodnog gasa umesto dosadašnjih energenata i tehničkih gasova po MRPS (MRPS - Merno regulaciona podstanica) koje će biti priključene na GMRS (GMRS - Glavno merno regulaciona stanica) u okviru poslovno proizvodnog sistema IMK "14.oktobar" AD Kruševac.

Tabela 1. Pregled primene prirodnog gasa po proizvodnim pogonima IMK "14.oktobar" AD

RED. BROJ	MERNO REGULACIONA PODSTANICA	NAZIV OBJEKTA FABRIKE	PRIMENA PRIRODNOG GASA
01.	MRPS-1	FABRIKA TRANSMISIJA TERMIČKA OBRADA	U tehnološke svrhe umeto propana za proizvodnju zaštitnih gasova (endo i mono gasa), za obogaćivanje atmosfere u pećima i za stvaranje plamenih zavesa na pećima
02.	MRPS-2	FABRIKA MAŠINA SEKTOR MONTAŽE MAŠINA	Za zagrevanje IC grejačima Hale montaže za šta je potrebno oko 3.300 kW

03.	MRPS-3	LIVNICA ČELIČNOG LIVA	U tehnološke svrhe za gasno sečenje/odsecanje tehnoloških ostataka na odlivcima od ČL, zagrevanje/dogrevanje livačkih lonaca i zagrevanje peći za normalizaciju; Za zagrevanje IC grejačima Hale livnice ČL za šta je potrebno oko 4.500 kW
04.	MRPS-4	FABRIKA OTKOVAKA I OTPRESAKA	U tehnološke svrhe za zagrevanje kovačkih peći, kovačkih alata i peći za normalizaciju; Za zagrevanje IC grejačima Hale Fabrike otkovaka i otpresaka za šta je potrebno oko 3.200 kW
05.	MRPS-5	FABRIKA PROCESNE I RUDARSKE OPREME	U tehnološke svrhe za ručno i mašinsko sečenje materijala i predgrevanje za zavarivanje; Za zagrevanje IC grejačima Hale R-400 Fabrike procene i rudarske opreme za šta je potrebno oko 3.200 kW
06.	MRPS-6	FABRIKA MAŠINA SEKTOR ŠASIJA	U tehnološke svrhe za ručno i mašinsko sečenje materijala i predgrevanje za zavarivanje; Za zagrevanje IC grejačima Hale Fabrike procene i rudarske opreme za šta je potrebno oko 4.200 kW
07.	MRPS-7	FABRIKA HODNIH STROJEVA TERMIČKA OBRADA	U tehnološke svrhe umeto propana za proizvodnju zaštitnih gasova (endo i mono gasa), za obogaćivanje atmosfere u pećima i za stvaranje plamenih zavesa na pećima, za zagrevanje peći i zazagrevanje delova za plameno kaljenje
08.	MRPS-8	GREJANJE HALA	Za zagrevanje IC grejačima Hale R-200 Fabrike procene i rudarske opreme, Hale termičke obrade FHS i Hale mašinske obrade FHS za šta je potrebno oko 8.800 kW
09.	MRPS-9	GRAJANJE HALA	Za zagrevanje IC grejačima Hale Fabrike alata, opreme i ležaja i Hale Fabrike održavanja sredstava rada za šta je potrebno oko 1.500 kW

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Značane troškove u strukturi cene koštanja proizvoda čine troškovi energije u procesu proizvodnje. Poseban značaj u postojećim uslovima ima aspekt mogućnosti obezbeđenja energije i energenata. Imajući sve ovo u vidu u okviru poslovnog sistema IMK "14.oktobar" AD Kruševac započete su aktivnosti na konverziji potrošača i prelazak na alternativne izvore energije. Umesto električne energije i tečnih energenata planirana je korišćenje prirodnog gasa. Na ovaj način se smanjuju troškovi proizvodnje, kao i utrošak deficitarnih izvora energije, a istovremeno se poboljšavaju ergonomski i ekološki uslovi u tehnološkom procesu. Iz tabele 2 moguće je zaključiti da se zavisno od vrste dosada korišćenih energenata mogu postići uštede u troškovima energije i do 4,6 puta.

Tabela 2. Usporedne cene jedinice količine energije zavisno od vrste korišćenog energenta

Red broj	VRSTA ENERGENATA	DONJA TOPLOTNA MOĆ	CENA PO JEDINICI MERE	CENA JEDINICE KOLIČINE ENERGIJE (din/kJ)	KOEFICIJENT
01.	<i>Prirodni gas</i>	<i>33.571 (kJ/m³)</i>	<i>10 (din/m³)</i>	<i>0,0002978</i>	<i>1,0</i>
02.	<i>Lako lož ulje</i>	<i>37.870 (kJ/l)</i>	<i>37 (din/l)</i>	<i>0,001</i>	<i>3,3</i>
03.	<i>TNG /propan butan/</i>	<i>45.900 (kJ/kg)</i>	<i>32 (din/kg)</i>	<i>0,00069</i>	<i>2,3</i>
04.	<i>Cena 1kWh toplotne energije koju isporučuje Gradska toplana Kruševac iznosi 4,95 din. odnosno: 1 kWh = 1 kJ/s x 3.600 s = 3.600 kJ = 4,95 din</i>			<i>0,001375</i>	<i>4,6</i>
<i>Napomena:</i> – Koeficijent predstavlja odnos cene jedinice količine energije različitih enregenata u odnosu na prirodni gas					

Uvođenjem u primenu prirodnog gasa umesto električne energije, tečnih i čvrstih goriva u tehnološke svrhe i za zagrevanje postižu se znatne uštede uz mogućnost kontinuiranog odvijanja procesa pa se investicija isplaćuje u veoma kratkom roku.

Idejna rešenja za konveriju potrošača energije, koja će se projektovati za potrebe IMK “14.oktobar” AD Kruševac, moći će se primeniti kod svih sličnih potrošača (peći, gorionici, IC grejanje proizvodnih hala, gasne rampe, itd). Takođe, kompletno rešenje i sprovedene analize o tehnoekonomskoj opravdanosti prelaska sa korišćenja električne energije i tečnih i čvrstih energenata na prirodan gas mogu se primeniti i u sličnim preduzećima industrije prerade metala.

LITERATURA

1. Dr M. Bogner, S. Ćirić, Tehnički gasovi, IRO Građevinska knjiga, Beograd, 1984.
2. Šundić, Dujmović, Plin i plinska tehnika I i II, Tehnička knjiga, Zagreb, 1981.
3. A.Stefanović, dr B. Todorović, VII seminar o grejanju, hlađenju i klimatizaciji – Zbornik radova, Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije, Beograd, 1976.
4. Dr LJ.Đorđević, S.Đurić, mr S.Veselinović, S.Simonović, Neki aspekti i mogućnosti povećanja energetske efikasnosti u IMK “14.oktobar” AD Kruševac, Zbornik radova, 28. JUPITER KONFERENCIJA sa međunarodnim učešćem, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu i JUPITER ASOCIJACIJA, Beograd, 2002.
5. Dr Lj.Đorđević, S.Simonović, S.Đurić, mr M.Krstić, Possible solutions for the increase in energyefficiency in primarytechnologies for processinf of metals, Proceedings Four International Conference Heavy Machnery – HM’02, Mašinski fakultet Kraljevo, Kraljevo, 2002.
6. Projekat: “Zamena energenata i povećanje energetske efikasnosti kod potrošača koji koriste električnu energiju i tečna goriva u IMK “14.oktobar” AD Kruševac”, nosilac istraživanja Institut IMK “14.oktobar” Kruševac, realizaciju sufinansira MNTR RS, Kruševac-Beograd, 2001./2002.

CONTRIBUTION FOR ENEGY EFFICIENCY IN CREASING AS A PART OF IMK “14.OKTOBAR” AD KRUŠEVAC BUSINESS SYSTEM

Summary

As a part of project “Energy exchange and energy efficiency increasing to consumers who are useng electrical power and fuel in IMK “14.oktobar” Kruševac, which is realized under Programme of energy efficiency increasing for Serbian Republic Government. As a unique part are identified key energy consumer and are given propose for its conversion for other types of energy. In the paperwork is given review of offered solution for enery efficiency increasing under business system aiming to production costs reducing and market position improvement.



Mircea Dreucean¹, Doina Dragulescu², Mirela Toth-Tascau³

USING PETRI NETS IN THE ANALYSIS OF DISCRETE EVENTS MANUFACTURING SYSTEMS

Abstract

The paper presents the implementation of a Petri Net graph on an optimisation problem in a flexible manufacturing system. The idea of the paper is to show the way that the technological problems of a manufacturing system can be transferred into the symbols of an active graph. An example of a welding module from a more complex manufacturing system is described in the paper, alongside with explanations regarding the significance of code sequences associated with the transitions or arcs of the diagram.

1. Introduction

In the analysis of a flexible manufacturing system, one can realize that the time sequence of the operations is not rigid. The operation sequence depends on the transfer logic in the system, mainly related with the idea of the intensive use of the working machines. Some other criteria may be used for the optimisation of the transfer logic (see i Dreucean, M., *Avoiding Deadlocks in a Flexible Manufacturing System. Algorythm and Method*). The anticipation of the transfer operation in the system may though be very difficult, mainly in the case of large systems, with many modules working in parallel with similar tasks. The word “event” is used in the paper with the significance of a state change in the system due to the transfer of a part from one place to the other. As the events of that kind do not occur in a regular sequence, outdrawn by a mathematical function, one may stand for the idea that manufacturing systems are a kind of discrete events systems.

The material flow can be controlled using the specific behavior of the active graph of a Petri Net. The layout of the manufacturing system (according to iii Kovacs, Fr., Grigorescu, S., Rădulescu, C., *Sisteme de fabricație flexibilă robotizate*) where this technique was applied is presented in the Appendix of this paper. The material flow includes an automatic guided vehicle (AGV) and a number of robots as shown in the figure.

2. The Petri Net model of the manufacturing system

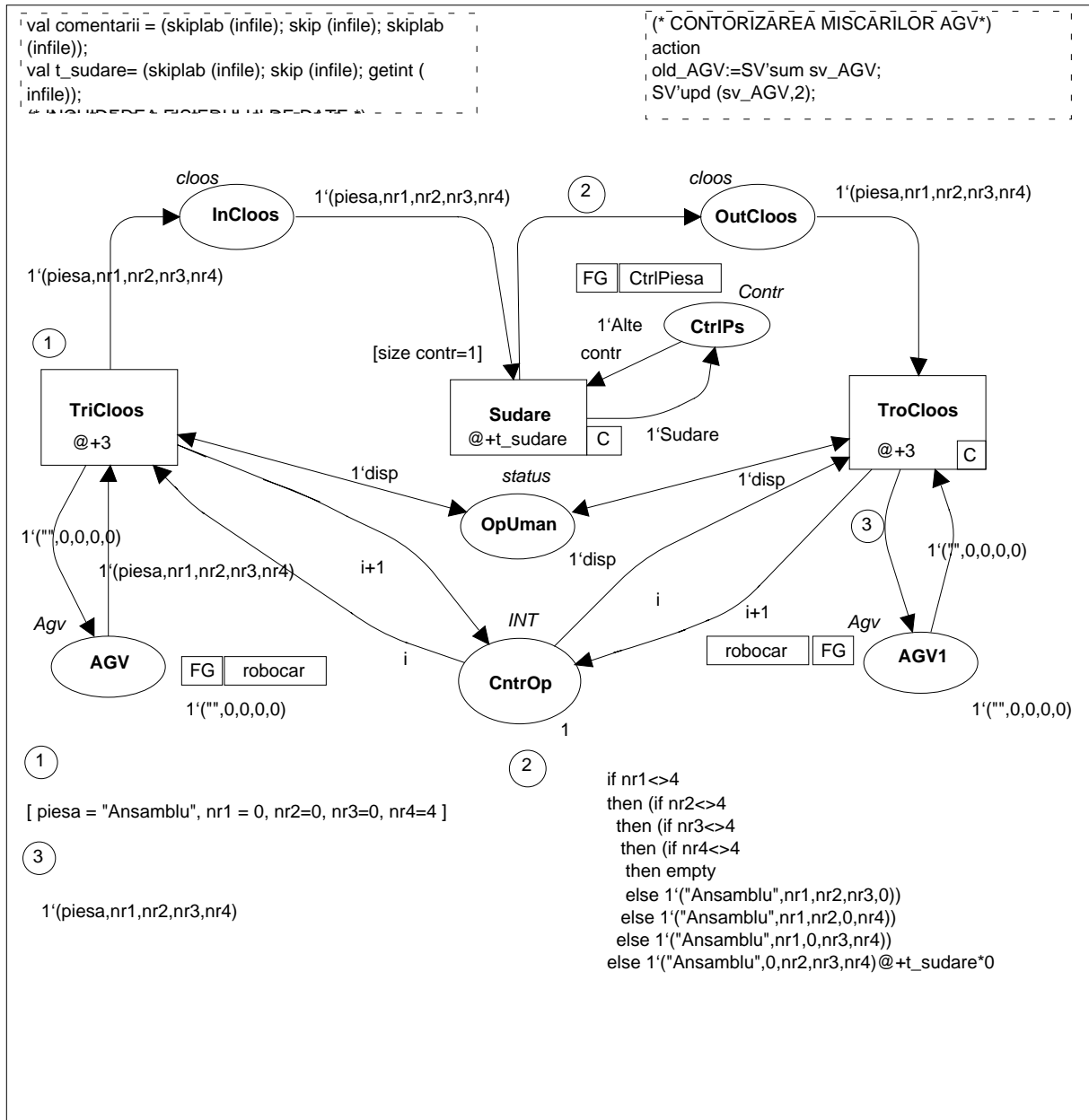
The model of one of the modules of the manufacturing system is presented in the next picture. The welding cell was selected due to the complexity of the technological problems in this part of the system. As presented in the picture, the model is a graph, with “positions” drawn like an ellipse and “transitions” drawn like squares. In association with the real behavior of the system, the positions represent the stable state of the system, with no part in movement from one module to the other, while the “transitions” represent the necessary conditions for taking (firing) the system from one stable state to another stable state, usually by transferring one or more parts in the system using the facilities of the material flow (AGV or robots).

¹ Phd. Engineer, Reader at the Mechatronics Department of the Mechanical Engineering Faculty, Timisoara, Romania, Tel: +40256403555 E-mail: mircea.dreucean@mec.utt.ro

² Phd. Engineer, Professor at the Applied Mechanics Department of the Mechanical Engineering Faculty, Timisoara, Romania, Tel: +40256403290 E-mail: doina.dragulescu@mec.utt.ro

³ Phd. Engineer, Professor at the Applied Mechanics Department of the Mechanical Engineering Faculty, Timisoara, Romania, Tel: +40256403637 E-mail: mirela.toth-tascau@mec.utt.ro

The “arcs” are connecting the positions and transitions, in all directions where a logical or material association exists between the two extents of the arc. Some inscriptions may be used on arcs, representing functions or logical conditions that can control the movement of the so-called “tokens”. The tokens flow in the graph from an input position of a transition to an output one according to the inscription on the arcs. The tokens are normally associated with parts or pallets, which flow in the system, but they may also represent



logical conditions or states (like “free” or ”busy”) of some components, which are essential for firing a transition.

The tokens have different colors, or classes, because they may have a very complex behavior and meaning in the simulation of the manufacturing system. The last element used in the simulation is the code sequence associated with a transition. This code is written in a special language, and is executed each time the transition is fired.

In the above picture one can see at the top of the frame two squares in dashed line, which include the code sequences here mentioned. The right one code is a movement counter for the AGV, which delivers the new parts to the welding cell. The function is a so-called “statistic function”. Many other types of functions can be defined or used directly from the libraries of the program as it has been implemented in computer software for Unix machines. The commercial name of the program is Design CPN⁴

⁴ Design CPN is the property of Meta Software Corporation, Cambridge, MA

3. The implementation of the transfer logic in the system at the level of arc inscriptions

The arc inscriptions refer specifically to the transfer of the system from one stable state to another, represented by two positions. Using the inscriptions, a particular transfer logic can be implemented, which, in the last option, will determine the future behavior of the system. These inscriptions can control the movement of tokens, which in fact represent the transfer of parts or the change of state parameters of the modules in the system. Thus, different optimization criteria for the material flow in the system can be set, as for instance (see *ii Dreucean, M., Modeling Flexible Manufacturing Systems Using Subjective Probabilities*):

- Downloading of the most important machine;
- Transfer of the parts closest to the end of the machining cycle;
- The highest throughput of the system;
- The achievement of smallest transfer time;
- The achievement of smallest waiting time.

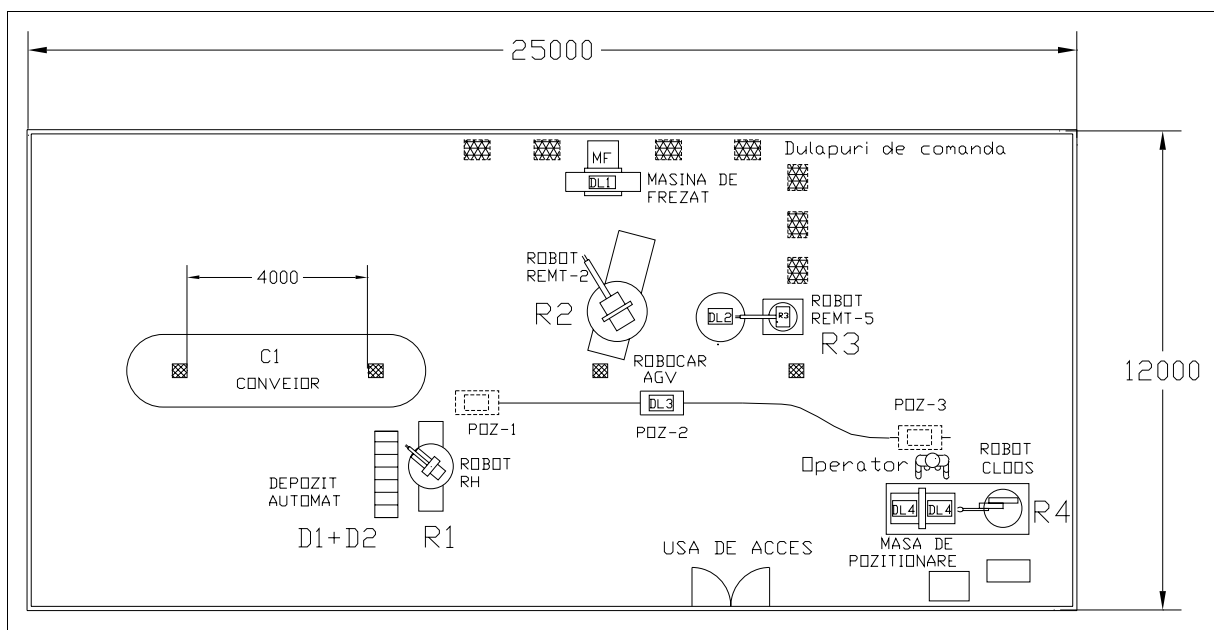
As an example, one may observe the inscription number ② on the arc connecting the “Sudare” transition and the “OutCloos” position. The variables “nr1”, “nr2”, “nr3” and “nr4” represent four possible destinations for the parts on the transfer pallet. The part coming out of the welding module is of type “Assembly” (Ansamblu) and will bear as a marking a combination of values for the four variables depending of their values prior to the welding process and the inscription of the arc. An “if-then-else” module included in the arc inscription achieves the complex marking process here. (Similar with *iv. Shifang Li, Toshi Takamori, Satoshi Tadokoro, Scheduling and Rescheduling of AGVs for Flexible and Agile Manufacturing*)

4. Conclusions

As shown above, the Petri Net model can be used to optimize a manufacturing system according to many criteria, both technological and economical. One of the most important attributes of the active graph is the deadlock detection prior to the real running of the system. Some deadlock avoidance methods can be developed starting from the results of the simulation. Even the control of the real system can be servo-assisted by a simulation program, which can detect in advance the engagement of the system on a deadlock highway.

The Design CPN software has a development module, which allows the programmer to produce client applications on the idea of optimization.

5. Appendix



6. References

- i. Dreucean, M., *Avoiding Deadlocks in a Flexible Manufacturing System. Algorythm and Method*, The 10th Symposium „Robotics in Alpe-Adria-Danube Region RAAD2001”, Viena, 16-18 May 2001;
- ii. Dreucean, M., *Modeling Flexible Manufacturing Systems Using Subjective Probabilities*, 2nd International Symposium of Industrial Engineering SIE '98, Belgrad, 15-17 Oct. 1998.
- iii. Kovacs, Fr., Grigorescu, S., Rădulescu, C., *Sisteme de fabricație flexibilă robotizate*, Părțile I și II, Litografia UPT, Timișoara, 1994;
- iv. Shifang Li, Toshi Takamori, Satoshi Tadokoro, *Scheduling and Rescheduling of AGVs for Flexible and Agile Manufacturing*. In “Petri Nets in Flexible and Agile Automation”, Kluwer Academic Publishers, Boston , Dordrecht, London, 1995



Marin Gostimirović, Dragoje Milikić, Milenko Sekulić, Srđan Uzelac ¹⁾

KONCEPT BAZE PODATAKA ZA IZBOR OPTIMALNIH PARAMETARA REŽIMA OBRADE ²⁾

Rezime

U radu se prikazuje struktura i proces projektovanja baze podataka i aplikacije za izbor optimalnih parametara režima obrade. Korišćen je relacioni model organizacije podataka u bazama podataka, koji je poslednjih godina postao dominantan na tržištu savremenih sistema za upravljanje bazama podataka (DBMS sistem). Primenom ovog modela se pojednostavila postavka strukture i realizacija baza podataka, kao i primena DBMS sistema na aplikacije optimizacije parametara režima obrade.

1. UVOD

Pred savremenu proizvodnju u mašinskoj industriji se svakim danom postavljaju sve strožiji i složeniji zahtevi. Fleksibilnost sistema, produktivnost i ekonomičnost proizvodnje, visoki nivo kvaliteta obrade i maksimalno iskorišćenje unutrašnjih rezervi proizvodnih procesa predstavlja najvažnije zahteve tržišno orijentisanih industrijskih sistema.

Prilagodavanje proizvodnje oštrim tržišnim zahtevima znači permanentno istraživanje obradnih, tehnoloških i proizvodnih sistema i integraciju svih proizvodno-poslovnih struktura industrijskog sistema. Preduslov za uspešne intervencije na tom polju je postojanje sveobuhvatne baze podataka (DB – Database) koja efikasno integriše sve tehničko-tehnološke i organizacione funkcije industrijskog sistema. Pri tome, zbog postojanja veoma velikih količina podataka, koje se često dopunjuju ili brzo gube svaku vrednost, kao i niza drugih problema vezanih za modele organizacije baze podataka neophodni su adekvatni sistemi za upravljanje sa bazama podataka (DBMS – Database Management System).

Razvoj i izgradnja savremenih baza podataka složenih industrijskih sistema, koji se sastoje od funkcionalno zaokruženih proizvodno-poslovnih celina, podrazumeva da se svakoj celini pridružuje odgovarajući modul baze podataka. Međutim, zbog činjenice da poslovne funkcije realnog industrijskog sistema nisu međusobno nezavisne, kao i mogućnosti istovremenog izvršenja pojedinih aktivnosti pri funkcionisanju sistema, sve aplikacije savremenog poslovno-proizvodnog sistema moraju biti razvijene nad jedinstvenom bazom podataka integrisanog informacionog sistema.

Značajno mesto integrisane baze podataka, kod savremenih proizvodnih sistema, zauzima baza podataka o parametrima režima obrade. Ova baza podataka predstavlja onovni preduslov za postizanje efikasnog i kvalitetnog projektovanja i upravljanja proizvodnjom.

2. PODLOGE ZA EFIKASNU I KVALITETNU PROIZVODNJU

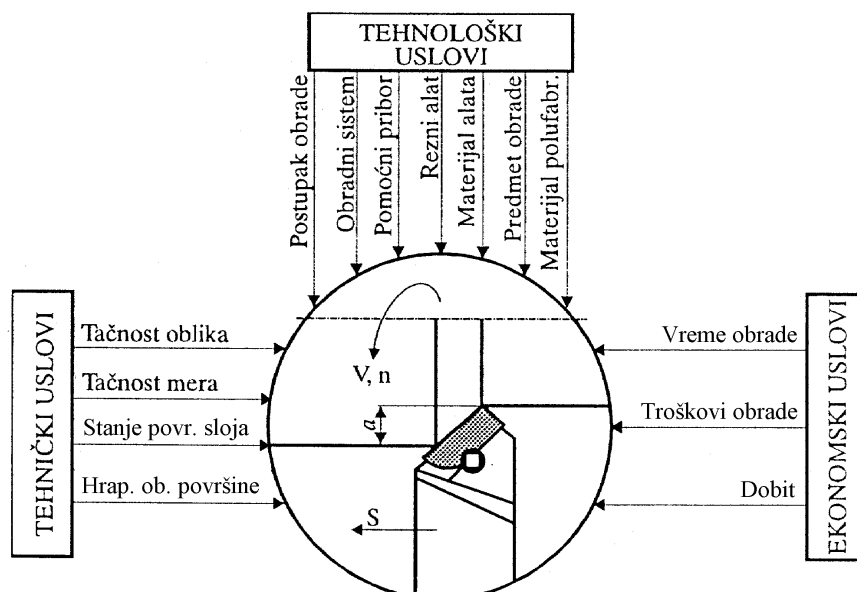
Neminovno je da će tehnologija obrade skidanjem materijala još dugo vremena imati veliki značaj u savremenoj mašinskoj industriji. Obrada rezanjem je svakako najkompleksniji deo tehnološkog procesa izrade i montaže proizvoda različitih konfiguracija. Pri tome se pred obradu rezanjem postavljaju sve strožiji i složeniji zahtevi, posebno u pogledu tačnosti, kvaliteta, ekonomičnosti i fleksibilnosti proizvodnje.

Zbog toga je neophodno u svim proizvodnim činiocima stvoriti osnovne pretpostavke za zadovoljenje postavljenih zahteva tržišta. Neophodne pretpostavke obuhvataju široku oblast istraživanja, a jedna od najznačajnijih je iznalaženje optimalnih parametara režima obrade.

¹⁾ Vanr. prof. dr Marin Gostimirović, dipl. maš. inž., prof. dr Dragoje Milikić, dipl. maš. inž., asistent mr Milenko Sekulić, dipl. maš. inž., Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Odsek-Institut za proizvodno mašinstvo, Trg Dositeja Obradovića 6., 21000 Novi Sad, Jugoslavija, tel.: +381 21 450-366, Fax: +381 21 54-495, e-mail: maring@uns.ns.ac.yu
Mr Srđan Uzelac, dipl. maš. inž., "PIONIR", Industrija čokolade, bombona i peciva, Marksov put 83, 24000 Subotica, Jugoslavija, tel.: +381 24 660-590, Fax: +381 24 22-164, e-mail: srdjanu@pionir.co.yu

²⁾ Ovaj rad je deo naučnoistraživačkog projekta "Formiranje tehnoloških baza podataka i revitalizacija postrojenja za elektroerozivnu obradu" koji finansira Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije u okviru Program tehnološkog razvoja.

Pokazalo se da je zbog prirode i kompleksnosti procesa obrade materijala, najefikasnije za potrebe izbora optimalnih parametara režima obrade koristiti sveobuhvatne baze podataka, odnosno aplikacione programe zasnovane na osnovama sistema za upravljanje baza podataka. Ovakva tvrdnja se temelji na činjenici da je optimizacija parametara režima obrade povezana sa velikom količinom tehničkih, tehnoloških i ekonomskih podataka potrebnih za njihovo izvođenje, slika 1.



Slika 1. Uticajni parametri na izbor optimalnih parametara režima rezanja

Princip po kome se za rešavanje zadataka optimizacije parametara režima obrade koriste sistemi za upravljanje bazama podataka, a pogotovo sistemi koji podržavaju relacioni model podataka, pokazao se kao vrlo prihvatljiv jer se u potpunosti mogu zadovoljiti zahtevi koje postavljaju ulazno-izlazni podaci.

3. STRUKTURA BAZE PODATAKA ZA OPTIMIZACIJU PARAMETARA REŽIMA OBRADE

Projektovanje aplikacija baze podataka za izbor optimalnih parametara režima obrade zahteva od projektanta da prvo sagleda realni sistem na osnovu kojeg se pravi projekat baze podataka, odnosno da uspostavi odnose između komponenti obradnog sistema, razreši moguće dileme i donese osnovne pretpostavke za rešenje aplikacija baze podataka.

3.1. Izbor strategije i koncepta rešenja

Jedna od prvih dilema koje se postavljaju na početku razvoja nekog rešenja za optimizaciju parametara režima obrade jeste pre svega mogući koncept postavljenog rešenja, na osnovu prethodno postavljenih zahteva. Pri tome se pre svega misli na sveobuhvatnost aplikacije koja će biti zadužena za optimizaciju parametara režima obrade i njeno mesto u proizvodnom sistemu.

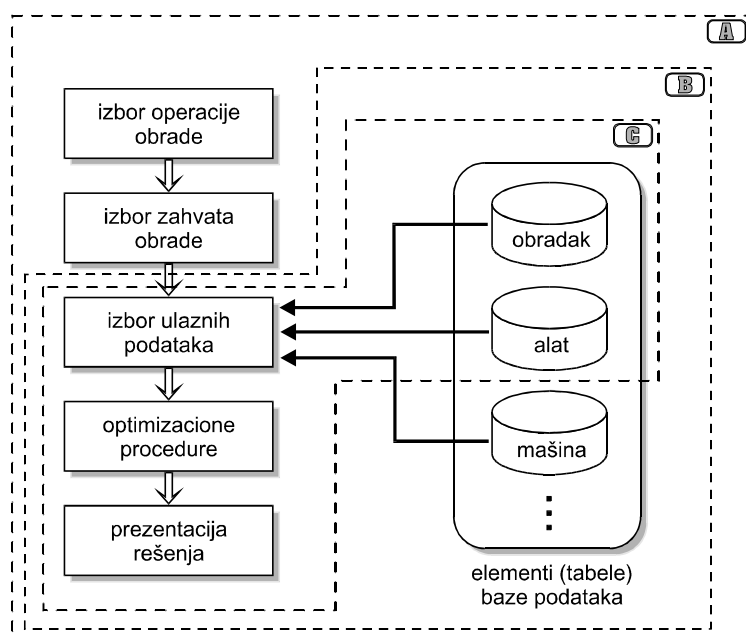
Od širokog spektra mogućnosti za postavljanje koncepcije rešenja aplikativnog programa, odnosno aplikacije za optimizaciju parametara režima obrade, moguće je analizirati tri koncepta, slika 2., kao delovi osnovnog algoritma za optimizaciju parametara režima obrade:

- **koncept A:** aplikativni program se formira za celi spektar zahvata obrade u okviru jedne operacije
- **koncept B:** aplikativni program se razvija samo za jedan ili grupu sličnih zahvata obrade u okviru operacije, koji se mogu opisati istim matematičkim modelom, odnosno nad kojima se mogu primeniti iste optimizacione procedure
- **koncept C:** aplikativni program se razvija da se optimizacija parametara režima obrade izvede za jednim ili više sličnih zahvata obrade, ali na jednoj mašini

U nastavku, na osnovu sistematski prikupljenih podataka o obradljivosti materijala za klasifikovane vrste obrade, sledi definisanje odgovarajućih funkcija obradljivosti. U vezi sa tim, sledi pravilno postavljanje zadatka optimizacije parametara režima obrade (postavka funkcije stanja, funkcije ograničenja, kriterijuma optimizacije i metode optimizacije).

U proseku optimizacije parametara režima obrade kao kriterijum optimizacije najčešće se koristi funkcija proizvodnosti, funkcija troškova obrade ili funkcija vezana za tačnost i/ili kvalitet obrade. Za određene proizvodne uslove mogu se koristiti kombinovane funkcije kao kriterijumi optimizacije, koje se uspešno rešavaju adekvatnim višekriterijumskim optimizacionim procedurama.

Kako su procesi obrade sa mnogih stanovišta veoma složeni fizički procesi, važno je pravilno definisati širinu funkcija ograničenja. Velika količina funkcija ograničenja dovela bi do velike složenosti strukture baze podataka i međusobnih relacija između podataka, sa velikom verovatnoćom da neki podaci obradnog sistema uopšte nisu dostupni ili poznati. Zbog toga je potrebno neke od ograničenja svesno ukloniti iz rešenja sistema za optimizaciju parametara režima obrade i na taj način ostvariti kompromis između širine funkcija ograničenja i složenosti aplikacije sa jedne strane i kvaliteta dobijenih rešenja sa druge.



Slika 2. Koncept rešenja aplikativnog programa za optimizaciju parametara režima obrade

Prilikom postavljanja koncepta rešenja aplikativnog programa za optimizaciju parametara režima obrade, jedna od važnijih pretpostavki takođe je i za koji nivo automatizacije obradni sistem će se odnositi. Poznato je da kod savremenih obradnih sistema i mala odstupanja od optimalnih parametara režima obrade mogu prouzrokovati povećano vreme trajanja ciklusa proizvodnje, tj. povećanje troškova obrade.

3.2. Projektovanje baze podataka za optimizaciju parametara režima obrade

Projekat razvoja baze podataka za izbor optimalnih parametara režima obrade u principu mora da prođe kroz više faza, da bi se na sistematičan način stvorila osnova za kvalitetno rešenje aplikacije baze podataka.

Prva faza ima za osnovni cilj upoznavanje sa realnim sistemom procesa obrade, odnosno osnovnim funkcijama tog sistema koje baza podataka treba da interpretira.

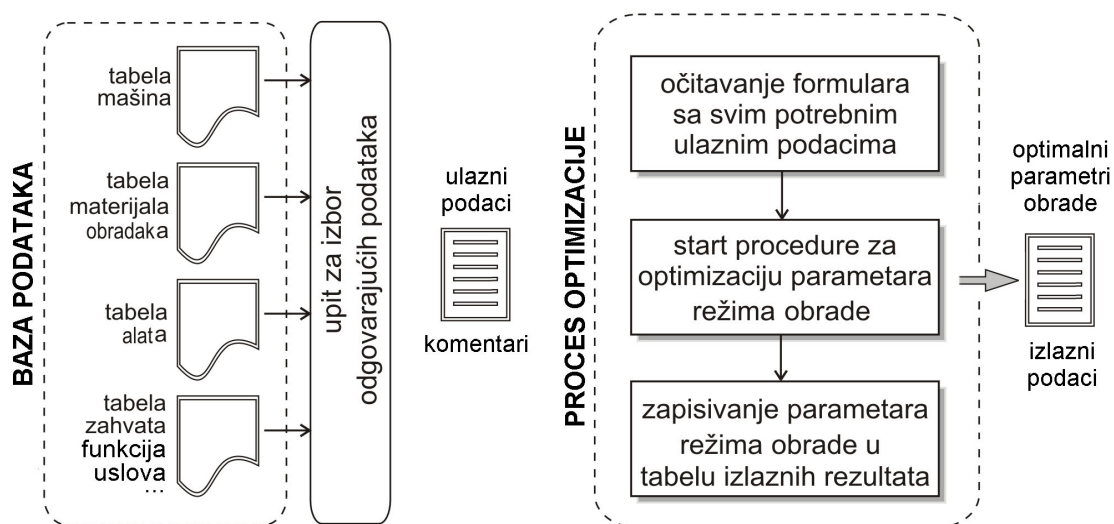
Druga faza predstavlja suštinsko upoznavanje sa svim vezama koje povezuju podatke u sistemu procesa obrade. Projekat baze podataka je orijentisan prema podacima, pa se sve nejasnoće u podacima i njihovim strukturama moraju jednoznačno definisati. Rezultati ove faze predstavljaju osnov za računarski opis sistema pa se zbog toga ona smatra najvažnijom.

U okviru zadatka projektovanja globalne logičke strukture baze podataka, postepeno se gradi struktura i organizacija svih podataka koji će biti neophodni za funkcionisanje aplikacije, bez obzira da li se oni smatraju "ulaznim" ili "izlaznim" parametrima, odnosno podacima. Ovde je takođe potrebno uspostaviti sve međusobne relacije između podataka i utvrditi njihove odnose u tim relacijama.

Koncept aplikacije za izbor optimalnih parametara režima obrade, može se predstaviti posredstvom slobodne šeme logičke strukture podataka, prikazane na slici 3. Ova šema pretpostavlja da se svi potrebni podaci unose preko formulara za unos podataka, iz koga se zatim startuje algoritam za optimizaciju, da bi se svi izlazni rezultati zapisali prvo u tabelu sa izlaznim rezultatima, a potom i prikazali u odgovarajućem obliku.

Sledeća faza, projekat fizičke baze podataka je nešto lakši zadatak, jer se na osnovu postavljene logičke strukture bira pogodan sistem za upravljanje bazama podataka i konkretno realizuju svi elementi logičke strukture. U okviru ove faze se definišu strukture pojedinih tabela, isplaniraju i realizuju potrebni upiti nad tabelama podataka, realizuju formulari za unos podataka i prezentovanje rešenja, sačinjavaju potrebni izveštaji, makro funkcije i sl.

Završna faza obuhvata permanentno punjenje, ažuriranje, testiranje i podešavanje performansi korišćenja baze podataka i aplikativnih programa.



Slika 2. Šema globalne logičke strukture aplikacije za izbor optimalnih parametara režima obrade

3.3. Struktura podataka aplikacije za optimizaciju parametara režima obrade

U strukturi ulaznih podataka koji se koriste za proces optimizacije parametara režima obrade, moguće je identifikovati dve osnovne grupe podataka:

- podaci koji se ne skladište u bazi podataka, odnosno imaju karakter promenljivih veličina za jedan posmatrani zahvat obrade.
- podaci koji se skladište u bazi podataka, odnosno podaci koji su konstantni za jedan posmatrani zahvat obrade.

4. ZAKLJUČAK

Neminovno je da modul baze podataka za izbor optimalnih parametara režima obrade zauzima značajno mesto integrisane baze podataka industrijskog sistema i predstavlja osnovni preduslov savremene proizvodnje. Pri tome, zbog prirode i kompleksnosti procesa obrade materijala, najefikasnije je za potrebe izbora optimalnih parametara režima obrade koristiti aplikacione programe zasnovane na osnovama sistema za upravljanje baza podataka koji podržavaju relacioni model podataka. Ovakva tvrdnja se temelji na činjenici da se primenom savremenih relacionih DBMS sistema u potpunosti mogu zadovoljiti zahtevi koje postavlja realni sistem, ubrza i olakša rad sa podacima i izrade aplikacije izuzetnih performansi i prilagođenosti krajnjem korisniku.

5. LITERATURA

- [1] Milikić D., Gostimirović M., Sekulić M.: *Relacione baze podataka o obradljivosti materijala pri elektroerozivnoj obradi*, 29. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije Zbornik radova objavljen na CD ROM-u, Beograd, 2002.
- [2] Mogin P., Luković I. : *Principi baza podataka*, Edicija tehničke nauke, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1996.
- [3] Simić R. : *Organizacija podataka*, Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [4] Uzelac S.: *Razvoj baze podataka za optimizaciju parametara režima obrade*, Magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1998.

CONCEPT OF DATABASE FOR THE SELECTION OF OPTIMAL MACHINING REGIME PARAMETERS

Abstract

This paper shows the structure and the design process for databases and applications for the selection of optimal machining regime parameters. A relational model of data organisation in database design has been used, which has lately become most significant in all modern Database Management Systems (DBMS). The usage of this model simplified the design of the database structure and the realisation of the database, and also the usage of DBMS systems on the applications for the optimisation of machining regime parameters.



R. Ivanović¹, G. Slavković², B. Kovljenić³

SAVREMENI INFORMACIONI SISTEMI I ARHITEKTURA MREŽNOG RAČUNARSTVA⁴

Rezime

Uspešnost poslovanja i razvoj industrijskih preduzeća u savremenim uslovima u velikoj meri zavise od uspešne primene informacionih tehnologija u poslovnim procesima. S obzirom na značaj koji Internet ima i njegovu celokupnu ulogu u poslovanju danas, savremeni informacioni sistemi treba da budu, u stvari, dinamičke aplikacije bazirane na bazama podataka za Internet i Web. Razvoj aplikacija za informacione sisteme sa razdvajanjem prezentacionog od aplikacionog sloja može se uzeti kao primenjivo rešenje koje pomaže da se ne potroše beskonačne sume novca na hardver neophodan za informacioni sistem ali i unapređenje klijenata svakih godinu do dve dana naročito kod sistema sa većim brojem radnih stanica. Pored toga višeslojna arhitektura omogućava podelu softverskog rešenja na manje delove, čime se smanjuje cena i vreme razvoja softvera.

1. UVOD

Sve je više kompanija i organizacija koje zahtevaju više nivoa efikasnosti svojih računarskih sistema, kako bi održale korak sa okruženjem koja se menjaju velikom brzinom. Kada se promeni neka od konstanti na koje računaju, moraju da se, u skladu sa tim, transformišu, kako bi napredovale i opstale u borbi sa konkurencijom. Ako se ovo ima na umu, preduzeća moraju biti sposobna da sve to pretvore u svoje prednosti u odnosu na konkurenciju. Kako će neka kompanija to činiti zavisi od kvaliteta njenih informacija i njene sposobnosti da rukovodi podacima i distribuirati ih do korisnika kojima su potrebni, a to zavisi od snage i fleksibilnosti njenih informacionih sistema.

Informacione tehnologije omogućuju efikasno povezivanje različitih tehnoloških i poslovnih procesa na različitim nivoima upravljanja proizvodnjom i poslovanjem u industrijskim preduzećima, a pored toga omogućuju i revitalizaciju pojedinih tehničkih sistema i reinženjering poslovnih procesa.

Poslovanje preduzeća se danas skoro ne može zamisliti bez računarom podržanih informacionih sistema. Savremeni informacioni sistemi pre svega treba da omogućue ostvarivanje efektivne podrške ostvarenju strateških, operativnih i poslovnih ciljeva preduzeća i orijentisani su na podršku strateškom korišćenju informacionih tehnologija za unapređenje i razvoj poslovanja preduzeća (rast delatnosti, postizanje konkurentne sposobnosti na tržištu, povećano učešće na tržištu), a sve u funkciji osvajanja tržišta i stvaranja konkurentne prednosti koja se najčešće, na drugi način i ne bi mogla ostvariti.

2. ELEKTRONSKI BIZNIS

Internet je radikalno izmenio način na koji kompanije vode poslove. Korišćenje Interneta u poslovanju postaje primarno za sve koji žele da opstanu u slovom tržišnih poslovanja. Prema analizama Forester Research, Inc pokazuje se da je u 2002. godini ostvaren prihod na Internetu samo u SAD iznosio 350 milijardi dolara, dok je u Zapadnoj Evropi u 2001 godini prihod iznosio 64 milijarde dolara (1998. godine je iznosio 1,2 milijarde).

Internet menja način života i rada ljudi i nastaviće da unosi "revolucionarne" promene u način na koji kompanije vode svoje poslove. Posebno važna karakteristika Interneta je da praktično svaka kompanija,

¹ Radimir Ivanović, dipl. maš. ing., Mašinski fakultet Beograd, e-mail ivanor@alfa.mas.bg.ac.yu

² Mr Goran Slavković, dipl. maš. ing., Mašinski fakultet Beograd, e-mail slavkovic@alfa.mas.bg.ac.yu

³ Borislav Kovljenić, dipl. maš. ing., Mašinski fakultet Beograd, e-mail kovbor@alfa.mas.bg.ac.yu

⁴ Projekat MIS.3.07.0027.A koji podržava Ministarstvo za nauku tehnologije i razvoj Republike Srbije

velika, ili mala, može da koristi prednosti internet solucija u poslu i sigurne razmene informacija pomoću Interneta.

Prednosti Internet poslovnog modela su sledeće:

- Internet ne poznaje geografske granice – organizacije ne moraju da čekaju da se razviju u toj meri da bi mogle da otvore prodavnice bilo gde. Kada se nađu na Internetu, one se nalaze u svakom delu sveta.
- Dinamičan sadržaj Interneta omogućava kompanijama da svoje najnovije proizvode plasiraju kupcima odmah nakon što su stigle u skladište
- Kompjuterska arhitektura bazirana na komponentama, podela izvora i učešće više mašina u upravljanju slojevima aplikacionog i servera podataka smanjuju uslužnost.
- Pošto se čitav e-commerce bazira na računaru, prikupljanje podataka šta klijentela kupuje je prirodno za tu aplikaciju. Svaka transakcija se snima i skladišti u bazi podataka i lako je dostupna pomoću softvera za analizu.

3. MODEL INTERNET RAČUNARSTVA

Računarstvo optimizirano za Web predstavlja Internet model računarstva kao verzija arhitekture koja treba da se suoči sa izazovom koji predstavlja doba informacija s obzirom da je Internet radikalno izmenio način na koji kompanije vode svoje poslove kao i sve njegove mogućnosti koje korisnicima pruža.

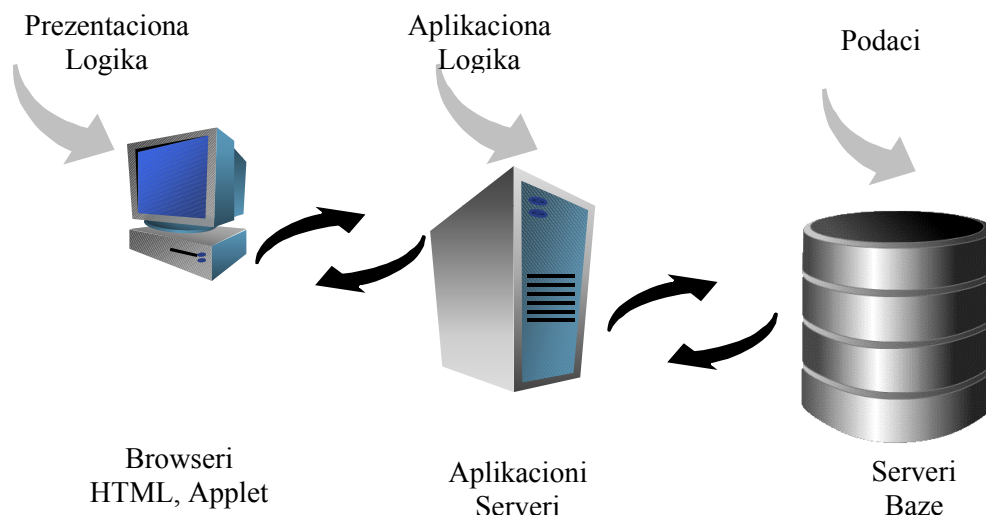
Za razliku od modela klijent\server, koji bazira na dvoslojnoj arhitekturi, troslojna arhitekturu mrežnog računarstva (Network Computing Architecture – NCA) slika 1, bazira na tri odvojena sloja.

Arhitektura klijent\server modela se sastoji od:

- sloja klijenta koji je odgovoran za prezentaciju (uključujući korisnički interfejs i aplikaciju)
- sloj servera u kome se nalaze podaci

Arhitektura mrežnog računarstva (NCA arhitektura) ima tri sloja:

- sloj “mršavog” klijenta (thin client) koji je odgovoran za prezentacije informacija
- sloj servera aplikacije, koji je odgovoran za sva poslovna pravila tzv. puni klijenti
- sloj servera baze podataka



Slika 1. Arhitektura mrežnog računarstva

Klijent, ili nivo prikaza koji se još naziva i prezentacioni sloj je najčešće desktop PC na kome radi browser za Web. Ovaj nivo je odgovoran za prezentaciju i prikazivanje informacija kao i za prihvatanje ulaza od korisnika koji se obrađuje. Koristeći ga, korisnici stupaju u kontakt sa ostalim delovima.

Mršavi klijent je obično personalni računar sa “samo” 4 MB memorije, bez hard diska i sa bilo kojim od mikroprocesora, od Pentiuma do 32-bitnog RISC čipa, koji se danas može nabaviti po znatno nižoj ceni nego puni klijent.

Srednji sloj, koji se najčešće naziva aplikacioni nivo, je mesto na kome se vrši obrada, odnosno implementira poslovna logika. Na ovom nivou se obavlja većina zadataka troslojnog pristupa, kao što su sprovođenje poslovnih pravila, provera integriteta podataka i složena obrada koju diktiraju zahtevi sistema. Korisnici koji imaju tzv. pune (moćne) klijente potreban je i odgovarajući hardver koji je uglavnom novije generacije i boljih karakteristika (napr. standardan PC danas je sistem sa Pentium-IV procesorom, 40 GB disk, 512 MB RAM memorije, CD – ROM i slično.)

Gornji sloj je server podataka – u njemu su smeštene informacije koje korisnici koriste dok sistemi rade. Za savremene informacione sisteme ovo je u većini slučajeva relacionalna baza posebno optimizirana da prima podatke i prosleđuje informacije nazad aplikacionom sloju, u skladu sa interakcijama korisnika i sistema.

U poređenju sa klasičnim klijent-server arhitektura, kod troslojnih arhitektura namena srednjeg sloja (servera aplikacije) je da rastereti klijentski deo aplikacije čime softver na radnim stanicama postaje jednostavniji, hardverski manje zahtevan, a samim tim i lakši za održavanje i instalaciju. Rasterećenje klijentskog dela posebno je značajno kod organizacija koje imaju veći broj radnih stanica (više stotina, hiljada i sl.). Prednosti ovakvog rešenja su univerzalni korisnički interfejs, koji za unos podataka koristi *html* strane, preko kojih se, takođe, prikazuju i rezultati obrade i upita nad bazom podataka [4]. Primeri takvih obrazaca za unos podataka u *html* prikazu, dati su na slici 3, a slika 2., predstavlja rezultat obrade podataka odnosno prikaz izveštaja. Prikazani obrasci su razvijeni koristeći Oracle razvojne alate za razvoj aplikacija na Web-u i to Oracle9i Developer Suite (Forms Developer i Reports Developer).

Naziv dela	Ident broj	Jed mere	Trebovano	Izdato	Vraceno
Brava prolaznih vrata	10001	komad	1000	1000	100
Prolazna vrata	10002	komad	20000	202	200
Kizac zavese	10006	komad	125	130	5
Lim sedista	10015	m2	40	50	5
Vodjice sedista	10018	komad	25	25	0
Ugaonik naslona ledja	10023	komad	250	300	50
Veznik rama naslona ledja MAV	10027	komad	250	300	50
Lim naslona glave sa 1 sed.	10033	komad	40	55	12

Slika 2. Primer izveštaja u html prikazu

ID	Odeljenje	Trebuje	Datum	Namena	ID dela	Naziv dela	Jed mere	Trebovano	Izdato	Vraceno
1	Proizvodnja	RADOMIR IVANOVIC	30-SEP-2002	hitno	10001	Brava prolaznih vrata	komad	1000	1000	100
2	Proizvodnja	RADOMIR IVANOVIC	22-SEP-2002	Trebovanje os	10002	Prolazna vrata	komad	20000	202	200
3	Proizvodnja	RADOMIR IVANOVIC	23-SEP-2002		10015	Lim sedista	m2	40	50	5
					10018	Vodjice sedista	komad	25	25	0
					10023	Ugaonik naslona ledja	komad	250	300	50
					10027	Veznik rama naslona ledja MAV	komad	250	300	50
					10033	Lim naslona glave sa 1 sed.	komad	40	55	12
					10063	Metaino postolje stolice	komad	100	100	0

Slika 3. Primer obrasca za unos podataka u html prikazu

Posmatrana arhitektura mrežnog računarstva omogućava podelu softverskog rešenja na manje delove, čime se smanjuje cena i vreme razvoja softvera. Kao jednu od prednosti višeslojnih arhitektura treba izdvojiti da su one tehnološki nezavisne i da se mogu realizovati na svakoj platformi koja omogućava pristup komponentama preko standardizovanog programskog interfejsa, kao primer može da posluži Oracle, koji omogućava povezivanje otvorenog tipa sa i na softver drugih proizvođača. Korišćenjem Oracle Access Managera, instalacije mogu lako da integrišu različite korporativne sisteme koji rade na različitim proizvodima različitih proizvođača. Access Manageri za brz i lak pristup Oracle podacima mogu da se dobiju od Computer Associates' IDMS, Datacom i Ingres, kao i Microsoft SQL Servera, Informixa. Teradata's EDA\SQL-a, Sybasea i CICS od IBM-a kao i drugih proizvođača sistema za upravljanje bazama podataka.

4. INTERNET RAČUNARSKI MODEL IZ PERSPEKTIVE KLIJENTA

Danas smo prinuđeni da menjamo PC računare svake 2-3 godine, iako rade na zadovoljavajući način. Microsoft poslovni model se zasniva na toj planiranoj zastarelosti. Kako Microsoft to radi, tako što izbaci novu verziju operativnog sistema, na primer, Windows 2000 i počinje da sužava podršku za prothodne verzije, recimo za Windows 3.1. Zbog načina na koji je softver napisan, Windows ne može da radi na nekim računarima pa korisnici bivaju prinuđeni da nadograđuju svoje računare što naravno košta.

Prosečan korisnik PC računara danas koristi računar za obradu teksta i e-mail prevashodno, zašto kupovati za te funkcije računar koji bi odgovarao punom klijentu i koristiti 10% njegovih mogućnosti i funkcija. Umesto toga, moguće je koristiti slabiji računar koji služi samo za prezentaciju informacija. Nove verzije programa i nadogradnja softvera postaju za prosečne korisnike sve učestalije i složenije procese. Postavlja se pitanje: "Da li je razumno da korisnici nadograđuju svoj softver svaki put kada proizvođač izbaci novu verziju". Da li je zaista neophodno da se krajnji korisnici bave ovim problemima. Da li sami mogu da nadgrade svoj softver i da sami rešavaju probleme koji pri tome mogu da nastanu, s druge strane koliko je

obiman posao za ljude koji se bave podrškom ukoliko to oni rade uzimajući u obzir da to rade za korisnika koji inače može po svojim potrebama da koristi samo deo mogućnosti jednog takvog softvera i hardvera.

S obzirom da većina radnih stanica u okviru informacionih sistema, neke organizacije, koriste računar za funkcije unosa podataka i pregleda pojedinih izveštaja mnogim korisnicima koji imaju pune klijente niti je sve to potrebno niti oni žele da sebi komplikuju rad. Za pojedine klijente u bazi podataka može se primeniti logika prosečnog korisnika računara. Prosečnom korisniku koji svoj računar koristi samo za obradu teksta i gotovo isključivo za e-mail mnogo pogodniji su slabiji klijenti sa "samo" Web browserom i editorom za obradu teksta, što jednostavnije to bolje. To značajno smanjuje hardverske zahreve za jednog takvog klijenta tzv. "mršavog" klijenta, a samim tim i pojeftinjuje potrebni hardver pojednostavljuje i pojeftinjuje održavanje i nadogradnju kako hardvera tako i softvera.

Odvajanje prezentacionog od aplikacionog sloja kod arhitekture mrežnog računarstva omogućava da se funkcionalnost PC-a nađe na "mršavom klijentu" koji ne zahtevaju posebne hardverske zahteve i neprestalnu nadogradnju, aplikacioni sloj se nalazi na serveru odvojenom od sloja servera baze podataka. Softver bi se u ovom slučaju nalazio na jakom računaru tzv. punom klijentu i on se obično nalazi na nekoj centralnoj lokaciji i njima upravljaju obučeni profesionalci. Krajnji korisnik je isključen iz ove kompleksnosti.

5. ZAKLJUČAK

Treba napomenuti da se Internet model obrade podataka i mrežni model računarstva poslednje vreme sve glasnije najavljuje kao poslednje poglavlje u beskonačnoj trci između unapređenja tehnologije i zahteva za što boljim iskorišćavanjem postojećeg hardvera i softvera. Posebno je značajno naglasiti da se kod višeslojnih arhitektura računarstva razdvajaju prezentacioni nivo, aplikacioni nivo, i nivo baze podataka, što omogućuje da se za prezentacioni nivo koriste računari koji od softvera imaju samo jednostavni Web browser, a to dalje povlači i jeftiniji hardver u celosti, jednostavnije korišćenje, održavanje, unapređenje i sl. Sve više kompanija u svetu počinje da formira sopstvene mreže sa "mršavim" klijentima na svojim mrežama. Razvoj aplikacija za informacione sisteme sa razdvajanjem prezentacionog od aplikacionog sloja može se uzeti kao primenjivo rešenje koje pomaže da se ne potroše beskonačne sume novca na unapređenje klijenata svakih godinu do dve dana, posebno za sisteme sa većim brojem radnih stanica. Arhitektura mrežnog računarstva može da radi na svim operativnim sistemima i svim hardverskim platformama, što omogućava korisnicima da odaberu operativni sistem i hardver koji im obezbeđuje najbolji učinak za novac koji su uložili. Savremeni informacioni sistemi treba da omoguće profesionalno vođenje i bezbedno skladištenje podataka uz mogućnost dobijanja adekvatnih informacija za sve zainteresovane korisnike, a sve što im je potrebno je računar sa standardnim Web Browserom.

LITERATURA

- [1] Abbey M. , Corey M. J., Abramson I., Osnove ORACLE8i, Kompjuter biblioteka, Čačak 2002.
- [2] Arsovski Z., Arsovski S., Milanović I., Reinženjering procesa nabavke u internetambijentu korišćenjem I-CASE alata XML-a, 29 Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Ybornik radova CD, Beograd 2002.
- [3] Cupać D. Integracija dekomponovanih modula upravljanja proizvodnjom u računarski integrisanim tehnologijama, Magistarska teza, Beograd 2001.
- [4] <http://www.oracle.com>

CONTEMPORARY INFORMATION SYSTEMS AND NETWORK COMPUTING ARCHITECTURE

Resume

The business effectiveness and the development of industrial enterprizes in contemporary conditions, have a great dependability on effective application of information technologies in business processes. Regarding the significance of Internet and a role it plays in up to date business, contemporary information systems need, actually, to be dynamic applications based on databases for Internet and Web. The development of applications for information systems, with parting of presentation and application level, can be taken as applied solution, which can help not to spend infinite amounts of money for hardware needed for information system, as well as to promote clients every year or two years, especially when using systems with larger number of working stations. Besides, multilevel architecture enables splitting of software solution on smaller parts, which diminishes the price and time needed for software development.



Ilija Latinović, Živko Murar, Aleksa Krošnjari¹

SISTEM ZA TESTIRANJE UNIVERZALNOG DIGITALNOG PROCESNOG REGULATORA APR97

Rezime: U radu je dat kratak opis univerzalnog sistema za testiranje PID regulatora za upravljanje i regulaciju u procesnoj industriji. Testiranje i simulacije su rađene na konkretnom uzorku APR97 koji su razvili ETF Beograd i LOLA Institut, a kompletno je proizveden u LOLA Računarima. Projekat je delimično finansiran iz sredstava Ministarstva za nauku i tehnologije SRS i rad je separat iz izveštaja po ovom projektu.

1. UVOD

Sistem za testiranje univerzalnog digitalnog procesnog regulatora je napravljen u LOLA Institutu za funkcionalno testiranje svih mogućnosti koje APR97 poseduje. APR 97 je rezultat saradnje ETFBeograd i LOLA Institut, a kompletno je proizveden u LOLA Računarima.

Testiranje je obuhvatalo:

- Proveru saglasnosti dijagrama ožičenja priključaka sa izvedenim ožičanjem
- Provera funkcija displeja i tastera prednje maske
- Provera hardverskog konfigurisanja APR97
- Podešavanje izlaznih karakteristika analognih i relejnih izlaza
- Provera softverskog konfigurisanja regulatora APR97
- Provera promena parametara regulacije
- Provera specijalnih funkcija

Za proveru funkcionisanja APR97 pri različitim konfiguracijama, a u cilju snimanja odziva sistema i upravljačke veličine, realizovan je specijalni sistem PCDASP koji omogućuje testiranje svih konfiguracija APR97.

2. STRUKTURA I PERFORMANSE SISTEMA PCDASP

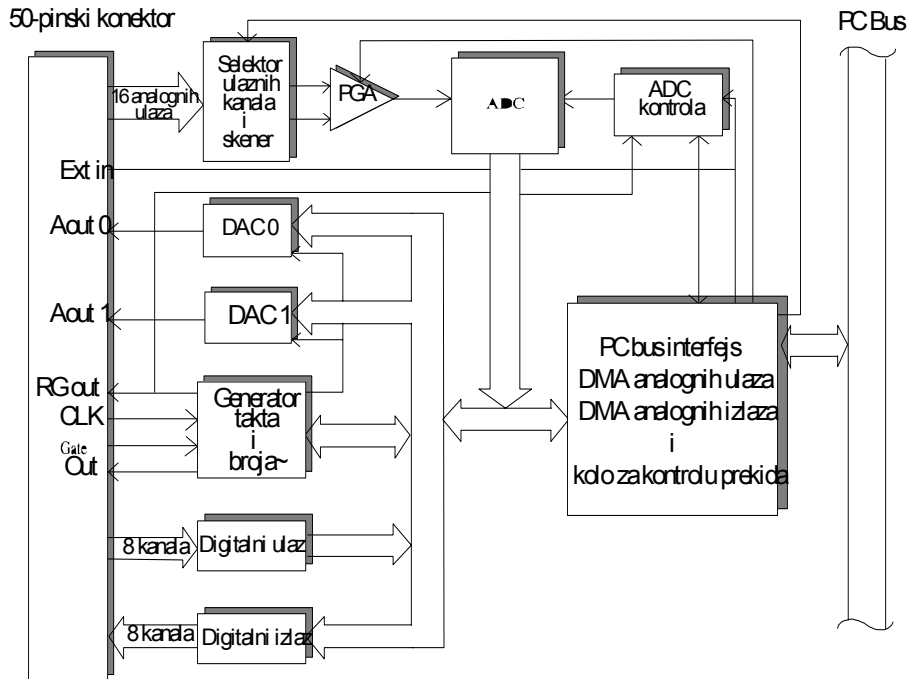
Ostvareni sistem se sastoji od PC računara, modula za akviziciju podataka i priključnog panela. Pošto je sistem za koji je pisana prva verzija softvera zamišljen kao univerzalan, a ne takav da odgovara specifičnim zahtevima korisnika, modul ima 16 analognih ulaza, 2 analogna izlaza, 8 digitalnih ulaza i izlaza, mogućnost izvršavanja DMA transfera podataka i prekidnih rutina. Blok šema modula data je na slici 1. Kartica PCI-20428W kompanije Burr-Brown odgovara ovakvim zahtevima i ona je korišćena pri realizaciji sistema.

Veza PC - modul je ostvarena preko PC Bus-a računara koji je vezan PC Bus interfejs deo kartice u kome se nalaze baferi i dekoderi adresa, kontroler prekida i elektronika koja upravlja DMA transferom podataka. Tu se baferišu adresne i kontrolne linije, a magistrala podataka se baferiše i određuje da li će raditi kao ulazna ili izlazna (Data Bus Transceiver).

Veza modul - ulazni (izlazni) signal je ostvarena preko priključnog panela, na kome se nalaze konektori za analogne i digitalne signale, prenaponske zaštite za elektroniku modula, strujno-naponsku konverziju, filtriranje signala, i sl. koji je preko 50-pinskog spoljašnjeg konektora spojen sa modulom trakastim (Flat) kablom.

Modul ima sopstveni kristalni oscilator frekvencije 8MHz koji se koristi za taktovanje signala generatora vremenske baze. Ipak, propusni opseg signala je oko 100kHz, jer se parazitne kapacitivnosti i induktivnosti ne mogu zanemariti. Kao jedno od rešenja, predviđena je mogućnost dovođenja spoljnog izvora taktovanog signala na karticu i upotreba koaksijalnih kablova i BNC konektora, za postizanje veće frekvencije odabiranja.

¹ Mr Ilija Latinović, LOLA Institut, Kneza Višeslava 70a, 11030 Beograd
Mr Živko Murar, LOLA Institut, Kneza Višeslava 70a, 11030 Beograd
Aleksa Krošnjari, dipl.ing.e., LOLA Institut, Kneza Višeslava 70a, 11030 Beograd



Slika 1. Blok šema modula za akviziciju podataka

3. MOGUĆNOSTI SOFTVERA

Program PC DASP je predviđen da radi pod Windows-om 3.x. Softver koji upravlja sistemom je razvijen u objektno orijentisanom vizuelnom jeziku Delphi-u, tako da je aplikacija vizuelno atraktivna i u zavisnosti od zahteva korisnika se lako da preprogramirati ili doraditi. Za komunikaciju sa modulom korišćene su delimično funkcije koje su deo softverske podrške PCI-20428W kartice.

Sistem upravljan ovim programom može da radi kao detektor ili generator NF i VF signala, ili da simulira industrijski proces prvog reda. Korisnik može da u programu bira opciju analognog ulaza (detektor NF signala), analognog izlaza (generator NF signala), DMA prenosa podataka sa analognog ulaza (detektor VF signala), DMA prenosa podataka na analogni izlaz (generator VF signala), simulacije industrijskog procesa prvog reda ili proračuna snage signala.

Pri detektovanju NF signala je korišćen Delphijev tajmer (Timer) koji je prozivan u pravilnim vremenskim intervalima i tada odrađivao prekidnu rutinu u kojoj se očitavao podatak sa nekog od zadatih ulaznih kanala (0-15). Frekvencija uzorkovanja je sasvim precizna i sistem stiže da odradi prekidnu rutinu između dve uzastopne prozivke tajmera. Korisnik može da specificira frekvenciju odabiranja signala od 100ms do 30s.

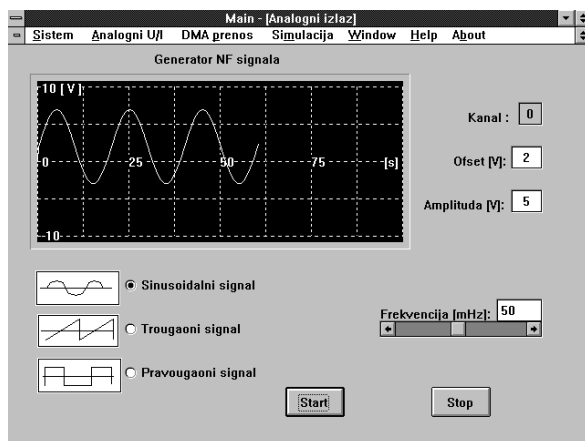
Po ugledu na digitalni osciloskop, korisnik može zumirati određeni opseg posmatranog signala, koji je inače sniman u okviru opsega od -10 do 10V.

Moguće je i programabilno pojačanje ulaznog signala (dozvoljene vrednosti su 1, 10 i 100), što se koristi za detekciju niskih vrednosti napona (npr. kod termopara).

Ulazni signal se može i trigerovati, tj, detektuje se prva vrednost u vremenu veća od zadatog napona i tada počinje snimanje signala i njegov grafički prikaz. Maksimalna, minimalna i srednja vrednost signala u nekom vremenskom intervalu se prikazuju korisniku.

Detekcija VF signala je odrađena pomoću DMA transfera podataka. Biranjem frekvencije odabiranja (1Hz do 10kHz), signal koji se sve vreme prati na ekranu se dotera do jasne slike, kao na osciloskopu i tada se proceni njegova perioda pomoću kalibrisane vremenske ose. Pošto su u pitanju brzo promenljivi signali, trigger nema mnogo smisla. Moguće je zumiranje opsega, pojačanje ulaznog signala 1, 10 ili 100, a takođe se na ekranu ispisuju maksimalna, minimalna i srednja vrednost signala.

Sistem može da radi i kao generator nekih oblika signala, niskofrekventnih od 5 do 100mHz i visokofrekventnih, DMA transferom generisanih od 1Hz do 10kHz. Moguće je generisati sinusoidu, trougaone i pravougaone impulse određene frekvencije, amplitude i ofseta (jednosmerne komponente signala). Oblici generisanog signala se takođe prate na ekranu, u realnom vremenu. Izgled jednog od ekrana (analogni izlaz - generator NF signala) je prikazan na slici 2.

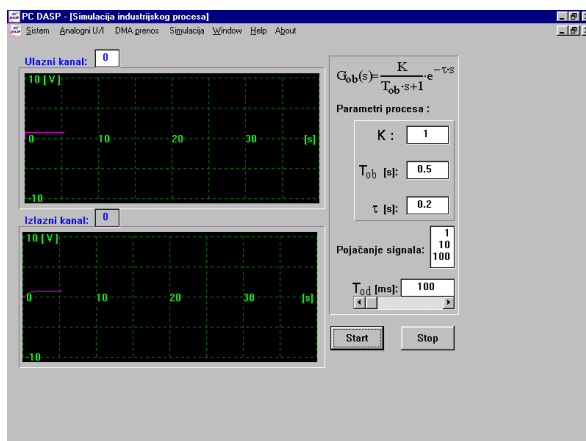


Slika 2. PC DASP kao generator NF signala; jedan od ekrana preko kojih korisnik komunicira sa sistemom

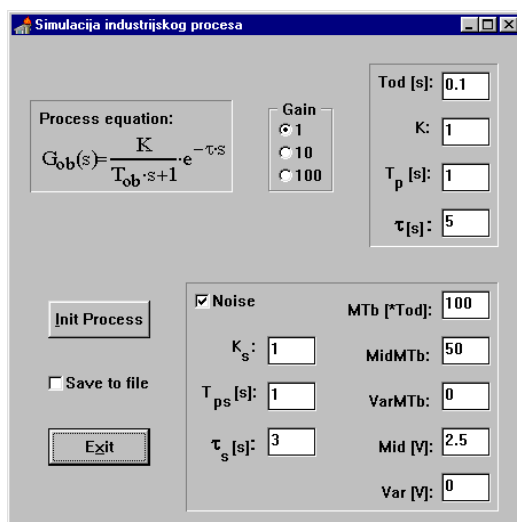
Simulacija industrijskog procesa prvog reda je jedna od mnogo mogućnosti obrade signala koje imamo posle akvizicije odbiraka. U ovom slučaju, na jedan od ulaza se dovodi naponski signal (step funkcija ili sporopromenljiv signal). Jednačina (1), data u [2] kao dobra aproksimacija, opisuje proces koji simuliramo:

$$G_{ob}(s) = \frac{K}{T_{ob} \cdot s + 1} e^{-\tau \cdot s} \quad (1)$$

Korisnik ima mogućnost zadavanja relevantnih parametara procesa koji računar simulira i kao rezultat te simulacije generiše naponski signal na izlazu, i prati i ulaz i odziv na ekranu. Moguće je zadati pojačanje (K), vremensku konstantu procesa (T_{ob}), transportno kašnjenje signala (t) i periodu odabiranja. Tipični procesi koji imaju ovakvo dinamičko ponašanje su temperatura, pritisak, protok, i sl.



Slika 3. PC DASP kao simulator industrijskog procesa prvog reda



Slika 4. PC DASP kao simulator sistema sa merljivim poremećajem



Slika 5. PC DASP kao simulator sistema sa merljivim poremećajem-oscilogram

Kao poseban deo programa izvršena je simulacija sistema sa merljivim poremećajem realizovana radi testiranja **feedforward** strukture PID regulatora.

Nadgradnjom prve verzije softvera nastao je program u kome se, osim ranije ostvarene detekcije, simulacije procesa i mogućnosti generisanja signala, može pratiti i vremenski oblik snage NF signala, uz proračun maksimalne, srednje i prikaz trenutne vrednosti snage signala. Osim toga, moguće je i arhiviranje detektovanih odbiraka signala (opciono snimanje u datoteku). Postoji i mogućnost prikaza frekvencijskog spektra detektovanog signala, dobijenog primenom algoritma za izračunavanje DFT (digitalna Furijeova transformacija).

4. LITERATURA

- [1] Uputstvo za korišćenje, priručnik 1, LOLA Institut, Beograd
- [2] Uputstvo za korišćenje, priručnik 2, LOLA Institut, Beograd
- [3] Automatika i regulacija, dr ing. Tugomir Šurina
- [4] Linearni sistemi automatskog upravljanja, prof. dr Milić Stojić

THE SYSTEM FOR TESTING OF UNIVERSAL DIGITAL PROCESS REGULATOR APR97

Ilija Latinović, Živko Murar, Aleksa Krošnjar

Summary: *This paper gives a short description of a universal system for the testing of PID regulator used for control and regulation in the process industry. The testing and simulations have been done on a definite sample APR97, developed by the Faculty of Electrical Engineering in Belgrade and LOLA Institute, and completely produced in LOLA Computers. The project was partially financed by the Ministry of Science and Technology of the Republic of Serbia, the paper being an extract from the report on this project.*



Ružica Petrović, Aleksandar Simić, Predrag Milutinović¹

PROIZVODNJA CREPA PODRŽANA OPISYS-INFORMACIONIM SISTEMOM

Proizvodnja crepa predstavlja složen proces koji ima veliki broj aktivnosti i čiji kvalitet zavisi od velikog broja faktora koji utiče na kvalitet procesa, odnosno proizvoda. Proces proizvodnje crepa u prosečnim kompanijama nalaze se na nivou 3σ , odnosno na 1.000.000 crepova dolazi do pojave 67.000 loših crepova. To košta kompaniju od 25 – 40% bruto prihoda te kompanije.

U želji da se smanje gubici i poboljša nivo kvaliteta procesa proizvodnje crepa CIM College je primenio Six Sigma metodologiju u jednoj kompaniji da definiše proces, odredi karakteristike kritične za kvalitet i prati te karakteristike korišćenjem informacionog sistema na OPISys platformi.

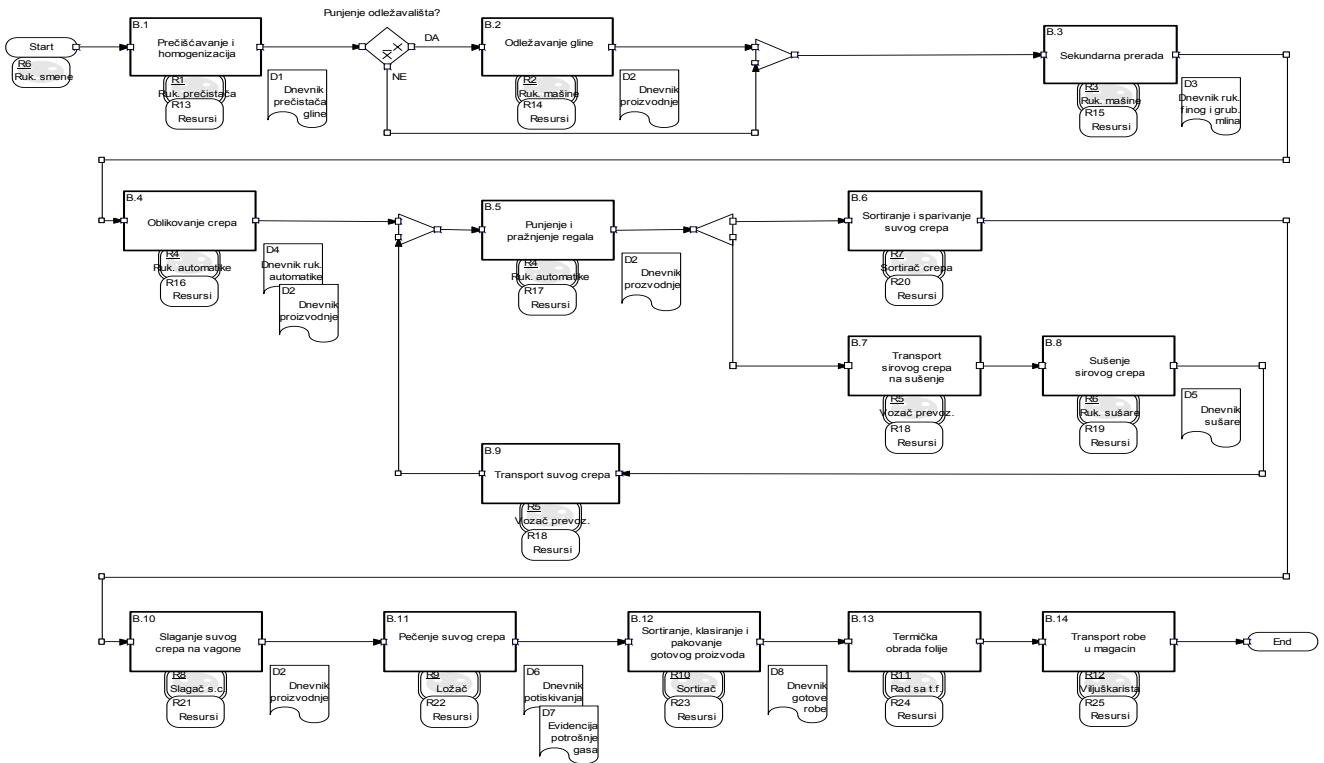
U ovom radu se izlaže koncept izgradnje informacionog sistema za poboljšanje procesa proizvodnje crepa.

Od kompanija se u današnjem okruženju stalno zahteva da rade profitabilnije, kao bi zadržale korak na tržištu. Zbog toga kompanija mora da posluje efikasnije što podrazumeva smanjenje škarta i troškova potrebnih da se realizuje posao. Kako da kompanije ispune ove zahteve bez iscrpljivanja svojih resursa? Odgovor leži u primeni alata za poboljšanje kvaliteta. To zapravo znači pokretanje Six Sigma koncepta. Six Sigma je sistem koji kombinuje alate za kontinualno poboljšanje radi fokusiranja na procese, njihovu analizu i poređenje, i objektivno dodeljivanje resursa onim procesima koji zahtevaju najveću pažnju. Zajednički problem za različite procese je pojavljivanje defekta. Svaki proces ih ima i oni uzrokuju doradu, škart, dodatni rad čoveka i povećani trošak. Fokusiranjem na defekte i koncentrisanjem naših napora na njihovo smanjenje, smanjiće se radna norma kao i trošak procesa. Six Sigma sistem meri defekte u procesu i normalizuje ih tako da može da se napravi poređenje između procesa. Kada se jednom napravi poređenje između procesa mogu da se donesu objektivne odluke o tome gde rasporediti resurse za bolje performanse.

Prikažaćemo kao je na jednom konkretnom projektu primenjen koncept Six Sigma podržan informacionim sistemom sa OPISys platformom. Prva faza u unapređenju procesa je snimanje procesa. Proces se opisuje "as-is" (takav kakav jeste) na osnovu intervjua koji se obavlja sa zaposlenima. Kao rezultat snimanja procesa se dobijaju karte procesa, koje će kroz opis značajnih procesa omogućiti zaposlenima da na efikativan i efikasan način izrade dokumentaciju sistema kvaliteta i otkriju prilike za poboljšanje kroz eliminisanje složenosti, redundantnosti, koraka koji ne stvaraju dodatnu vrednost, uskih grla i prevođenjem serijskih aktivnosti u paralelne. Na osnovu karte procesa pristupa se analizi procesa i uočavaju se moguća mesta za prečišćavanje i poboljšanje procesa. Takođe sa na osnovu karte procesa se izgrađuje informacioni sistem koji prati kartu procesa (dokumenta koja su vezana za dati proces, praćenje karakteristika, grešaka i zastoja bitnih za proces).

¹ Ružica Petrović, Aleksandar Simić i Predrag Milutinović, CIM College d.o.o., tel. +381 18 711-725, info@cimcollege.co.yu

Prvo je snimljeno trenutno stanje procesa po SIPOC modelu (Isporučilac-Ulaz-Proces-Izlaz-Kupac) i izrađene su detaljne karte procesa. Na narednoj slici predstavljena je detaljna karta procesa.



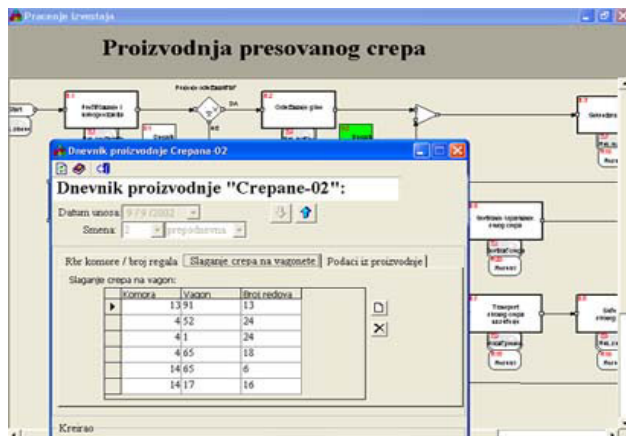
Proces je definisan sa početkom pokretanja proizvodnje na osnovu godišnjeg plana, opisom proizvodnih aktivnosti (prikazanih na karti procesa) do predaje crepa u magacin gotovih proizvoda.

Informacije u procesu su prikupljane automatski pomoću PLC-a (programabilni logički kontroler) i ručnim unosom podataka u odgovarajuća dokumenta proizvodnog pogona. Takva struktura prikupljanja informacija nije omogućavala detaljnu analizu svih potrebnih parametara i resursa.

Tokom snimanja procesa definisane su karakteristike procesa kritične za kvalitet crepa:

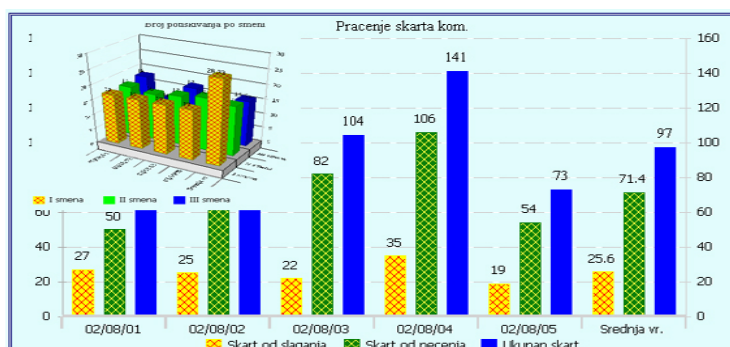
- vrsta, količina i plastičnost gline
- broj, težina i dimenzije plastice
- broj, težina i dimenzije crepa
- vreme rada mašina, vreme trajanja opravki mašina, planiranje opravki mašina
- stanje zaliha standardnih i specijalnih alata
- prisustvo radnika po smenama, planirano odsustvovanje po vrstama i trajanju
- praćenje zastoja po mašinama
- praćenje zastoja po vrstama (uzrocima)
- škart po vrsti proizvoda (sirovi, suvi i pečeni)
- ukupan škart u proizvodnji (sirovi, suvi i pečeni)
- stanje zaliha gotovih proizvoda po vrsti proizvoda

Na osnovu snimljenog procesa, prikupljenih dokumenata i utvrđenih poboljšanja procesa izrađen je informacioni sistem na OPISys platformi.



Informacioni sistem obuhvata:

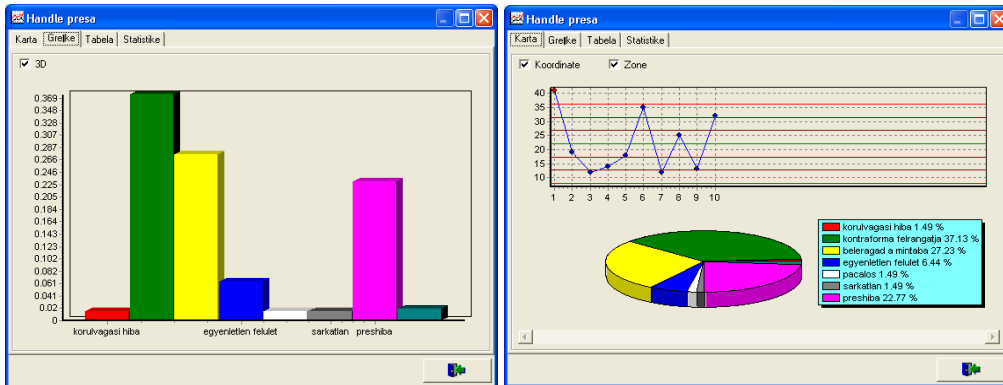
- automatizaciju svih aktivnosti procesa
- planiranje proizvodnje (godišnje i mesečno)
- direktno povezivanje na server PLC-a i preuzimanje podataka
- analiziranje svih karakteristika procesa (SPC i Pareto analize)
- specijalne analize proizvodnje i njihov grafički prikaz:
 - iskorišćenost radnog vremena
 - aktivno vreme
 - broj potiskivanja po smeni
 - gotov proizvod po smeni
 - iskorišćenost devijatora i rezača
 - odnos suvih i pečenih redova
 - položaj bager
 - škart (komada, procentualno)
- izveštavanje o svim karakteristikama procesa u zahtevanim vremenskim periodima
- prenos svih dokumenata u elektronski oblik
- praćenje podataka unetih putem dokumenata
- planiranje i trajanje opravki mašina
- izveštavanje o opravkama mašina
- praćenje i evidencija mašina, rezervnih delova i alata (podržano praćenje u grafičkom obliku)
- praćenje zastoja po mašinama i vrstama zastoja
- izveštavanje o zastojima u zahtevanom vremenskom periodu
- planiranje rada po smenama, potrebnih radnika i odsustva radnika u toku cele godine



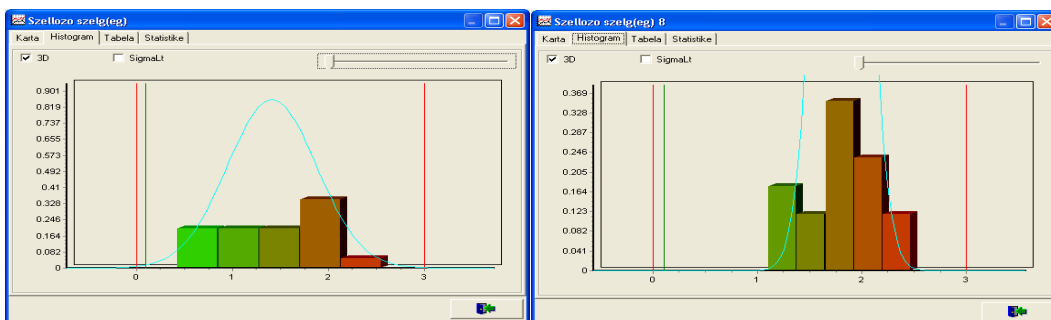
Praćenje škarta

Zahvaljujući OPISys platformi na kojoj je automatizovan proces sve ove informacije su korisniku bile trenutno dostupne i time je izbegnuto višestruko prepisivanje istih podataka, koje je stvaralo konfuziju u procesu i dupliranje posla. Pošto su podaci bili trenutno dostupni menadžeri procesa mogli su da vrše analize nad prikupljenim podacima i da se tako obaveštavaju o trenutnom stanju procesa. Aktivan način praćenja podataka omogućio je menadžerima procesa da na vreme mogu da reaguju na novo nastalu situaciju.

Na konkretnom primeru vidimo rezultate koje je tim pratio na presi za sirovu glinu. Praćene su greške koje se javljaju prilikom dobijanja otpreska. Broj grešaka bio je dosta veliki, a greške su bile raznovrsne. Posle konsultacija menadžeri procesa su se dogovorili da broj otpresaka na presi smanje sa 12 u minuti na 8 u minuti. Što je donelo poboljšanje procesa kroz smanjenje grešaka i varijacije. Ovakvo poboljšanje povećalo je sposobnost procesa.



Greške pre poboljšanja



Pre poboljšanja ($C_p=0.6$; $C_{pk}=0.89$)

Posle poboljšanja ($C_p=1$; $C_{pk}=1.2$)

Zaključak

Na ovom primeru implementacije informacionog sistema na OPISys platformi mogli smo da vidimo kako povezivanje svih delova u jedinstvenu celinu omogućava učesnicima u procesu da sagledaju sve relevantne podatke za proces i vrše stalna unapređenje procesa.

Abstract

Production processes are usually complex, include great number of activities and there are numerous factors that affect the quality of the product. In average companies there are 67.000 products with defects on 1.000.000 products produced. Companies lose 25 – 40% of their bruto incomes.

Leading companies are implementing Six Sigma concept in order to improve performance of their business processes.

This paper presents implementation of Six Sigma concept in one of the leading companies in Serbia and development of IT for business process support.



Milorad Rančić¹

POSTUPAK DEKOMPOZICIJE KONAČNIH AUTOMATA PRIMENOM OPŠTE METODE

Rezime

U radu su izložene osnovne postavke opšte metode za dekompoziciju složenih konačnih automata. Sva razmatranja se vrše na apstraktnom nivou. Složeni apstraktni konačni automat se ovom metodom razbija na više prostijih automata sa ciljem da se tako dodje do elementarnih automata. Predložen je algoritam kojim bi se izvela optimalna dekompozicija složenog automata.

1. Uvod

Dekompozicija konačnog automata je postupak kojim se on predstavlja radom dva ili više po strukturi prostijih automata. S obzirom da se sva razmatranja obavljaju na apstraktnom nivou nadalje će se podrazumevati apstraktni automati. Kao zadatak obično se postavlja optimalna dekompozicija što znači da se postupak sprovodi sve dok se ne dobije minimalan broj najprostijih automata koji obrazuju semu složenog, početnog automata. Cilj je, ukoliko je moguće, da se dekompozicija izvodi sve dok se ne dodje do elementarnih automata. Pod pojmom "elementarni" automati podrazumevaju se dve klase:

- elementarni automati sa memorijom koji se zovu memorijski elementi i
- elementarni automati bez memorije, odnosno logični elementi.

Na osnovu ovoga strukturu složenog konačnog automata čine dva bloka:

- memorijski blok koji se sastoji od elementarnih automata sa memorijom i
- kombinacioni blok koga obrazuju logički elementi.

Dekompozicijom složenog apstraktnog automata on se razlaže na više prostijih apstraktnih automata. Pogodan matematički aparat koji se u ovom procesu može primeniti jeste algebra apstraktnih automata kao i klasična teorija grafova.

¹ Mr Milorad Rančić, dipl. maš. ing.
Viša tehnička škola u Zrenjaninu

Primena algebarskih operacija kao što su množenje, sumiranje, superpozicija ili njihove operacije dala je paralelnu, rednu i kombinovanu metodu dekompozicije. Paralelnom dekompozicijom apstraktni automat se razlaže na sumu dva ili više apstraktna automata od kojih je svaki prostiji nego početni. Rednom dekompozicijom apstraktni automat se razlaže na proizvod dva ili više prostija automata. Kombinovana dekompozicija se izvodi istovremenom primenom dve operacije (npr. množenje i superpozicija).

Prethodni navedeni slučajevi dekompozicije jesu tzv. "čisti" slučajevi dekompozicije. Broj automata čiji se rad može zameniti radom samo paralelnih, rednih ili kombinovanih prostijih automata, je daleko manji od broja onih koji se ne mogu predstaviti ovim dekompozicijama. Iz tog razloga uvodi se pojam "opšte" dekompozicije apstraktnog automata. Ona podrazumeva razlaganje složenog apstraktnog automata na kompoziciju dva ili više prostija automata zajedno sa njihovim međusobnim vezama. Paralelna, redna ili kombinovana dekompozicija mogu se smatrati kao delimični slučajevi opšte dekompozicije automata.

2. Osnovne postavke opšte metode

Opšta metoda dekompozicije zasniva se na ideji da se matrica veze početnog složenog automata može predstaviti kao unija matrica nižeg ranga. Da bi ovo moglo da se realizuje potrebno je matricu veze prevesti u oblik pravilne elementarne matrice veze (PEMV). Pri tome se obično pojavljuju tzv. "zabranjeni" prelazi i njih treba odstraniti kako bi bili stvoreni uslovi za razbijanje PEMV na dve ili više matrica.

Proizvoljni složeni apstraktni automat A može se zadati u sledećem obliku:

$$A = (X, Q, Y, q_1 \in Q, k(x \in X / y \in Y)) \quad (1)$$

gde su:

- X - skup ulaznih slova (ulazna azbuka)
- Y - skup izlaznih slova (izlazna azbuka)
- Q - skup unutrašnjih stanja
- q₁ - početno stanje automata
- k - funkcija preslikavanja

Matrica veze zadatog automata A je:

$$R = \| r_{\mu\nu}(x/y) \|, \mu, \nu \in N = \{1, 2, \dots, n\} \quad (2)$$

i ona nije pravilna elementarna matrica veze (PEMV) niti bilo koji drugi ranije definisan tip matrice veze.

Matrica veze R može se predstaviti unijom matrica automata koji imaju iste ulazne azbuke $x \in X$:

$$R = \bigcup_{x \in X} R_x \quad (3)$$

Nad matricama R_x sprovode se dalje transformacije po sledećem algoritmu.

Ako je broj stanja ove matrice $n = k + 1$ onda se ona može razbiti na $k + 2$ elemenata reda l .

Ako je n prost broj dodaje se jedno izolovano stanje. Svi nenulti elementi matrice reda l mogu se objediniti unijom do univerzalnog elementa R_{kl} koji predstavlja objedinjen par x/y slova ulazne i izlazne azbuke i koji se nalazi na odgovarajućem mestu elemenata matrice. Svaki nenulti element matrice R_x može se dopuniti disjunkcijom koju čine slova ulazne i izlazne azbuke sve do R_{kl} . Na taj način dobija se matrica veze R'_x koja u sebi sadrži "zabranjene prelaze". Pod zabranjenim prelazima, koji se posebno označavaju u matrici, podrazumevaju se oni prelazi kojih nije bilo u početnoj matrici veze R.

Ukoliko je dobijena matrica veze R_x istovremeno i PEMV onda se ona može predstaviti pomoću proizvoda matrica R'_1x i R'_2x :

$$R'_x = R'_1x \cdot R'_2x \quad (4)$$

Procedura odstranjivanja zabranjenih prelaza u matrici R'_x , odnosno, matricama R'_1x i R'_2x je složen postupak i izvodi se posebnom metodom. Nakon sprovođenja odgovarajućeg algoritma dobijaju se matrice veze

$$R_1x = \{ r_{\alpha\beta} (wx) \} \quad (5)$$

$$R_2x = \{ r_{\gamma\delta} (wx/y) \} \quad (6)$$

koje predstavljaju autonomne automate A_1x i A_2x .

Analogno se postupa i sa svakim autonomnim automatom A_x ($x \in X$). Kao rezultat unije autonomnih matrica veze R_1x i R_2x dobijaju se sledeće matrice veze:

$$R_1 = \bigcup_{x \in X} R_1x \quad \text{i} \quad R_2 = \bigcup_{x \in X} R_2x \quad (7)$$

Ove matrice definišu automate:

$$A_1 = (X, V, v_1 \in V, F(w \in W, x \in X / v \in V)) \quad (8)$$

$$A_2 = (X, W, Y, w \in W, P(v \in V, x \in X / m \in M)) \quad (9)$$

Lako se dokazuje da je $R_1 \cdot R_2 = R$, odnosno da je:

$A=A_1 A_2$

gde je prvi A1-automat Mura a drugi A2-automat Mili.

3.Zaključak

Uzimajući u obzir sve ono što je izloženo u ovom radu može se utvrditi sledeći stav.

Složeni apstraktni automat čiji je broj unutrašnjeg stanja veći od dva može da se predstavi zajedničkim radom-kompozicijom - dva ili više po strukturi prostija automata (podautomata).Jedan od njih je automat tipa Mili a ostali su automati Mura.

LITERATURA

- [1] Milorad Rančić, DEKOMPOZICIONA METODA STRUKTURNE SINTEZE AUTOMATA,Zbornik radova HIPNEF - 86, Beograd, 1986.
- [2] Stoilković Miodrag, Rančić Milorad, PROJEKTOVANJE STRUKTURE KONAČNOG AUTOMATA PRIMENOM PARALELNE DEKOMPOZICIJE, Časopis "FACTA", Univerzitet u Nišu, Niš, 1997.
- [3] Milorad Rančić, MOGUĆNOSTI PRIMENE TEORIJE GRAFOVA KOD OPTIMIZACIJE KONAČNIH AUTOMATA, Magistarska teza, Mašinski fakultet u Nišu, Niš, 1998.

PROCEDURE FOR DECOMPOSITION OF FINITE AUTOMATS BY GENERAL METHOD

Symmary

In this paper is given the basic points of the general method for decomposition of finite automats.All the propositions are investigated at the abstract level.Special attention has been given to the process of decomposition of complex automata into a certain number simple ones with the aim to optain the elementary automata.An algorithm is obtained wich should lead to optimum decomposition.



G. Slavković¹, R. Ivanović², B. Kovljenić³, M. Popović⁴

PROJEKTOVANJE PRIMENOM CASE ALATA⁵

Rezime

Oracleovi CASE alati su danas najzastupljeniji alati za razvoj informacionih sistema. Sadrže veći broj komponenti koje projektantu olakšava praćenje i sam razvoj softvera. Omogućavaju razvoj kvalitetnih sistema od samo početka. Pomoću njih razvoj sistema postaje logičan, dokumentovan, detaljan, a pored svega i prilično brz.

1. UVOD

Prilikom razvoja aplikacija u današnje vreme veliku pomoć projektant informacionih sistema nalazi u CASE alatima. Oracleovi CASE alati su danas najzastupljeniji u svetu.

2. RAZVOJ APLIKACIJA

Alat za razvoj aplikacija (*Application Development Tool*) je softverski proizvod koji koriste programeri za razvoj aplikacija klijenata pomoću kojih krajnji korisnici pristupaju podacima u bazi podataka. Ovi alati se dele na dve kategorije: na jezike treće generacije (*3GLs*) i jezike četvrte generacije (*4GLs*). Jedan od način izrade aplikacije koja će biti klijent u sistemu klijent/server je primenom proceduralnih tehnika programiranja. Kada radi na ovaj način programer piše aplikaciju pomoću razvojnih alata za jezike treće generacije u nekom od tih jezika kao što su C, Fortran, ili Ada. Izvorni kod aplikacije sačinjavaju proceduralne komande jezika treće generacije i ugrađeni iskazi SQL-a koji obavljaju komunikaciju sa serverom baze podataka. Druga mogućnost je upotreba razvojnih alata za jezike četvrte generacije koji omogućavaju razvoj aplikacija primenom neproceduralnih tehnika kao što su crtanje obrazaca i sadržaja ekrana.

Osnovna značajna razlika je jednostavnost upotrebe i produktivnost programera aplikacija. U razvojnim okruženjima treće generacije potrebno je da programeri znaju neki od jezika te generacije i da poznaju funkcionalna proširenja koja obezbeđuju odgovarajući razvojni alati (da bi na obrascu prikazao okvir, programer treba iz grafičke biblioteke funkcija da pozove one grafičke funkcije čija je namena crtanje okvira). Suprotno tome, korišćenjem neproceduralnih tehnika jezici četvrte generacije olakšavaju rad i povećavaju produktivnost u većini poslova vezanih za izradu aplikacija (da bi na obrascu prikazao okvir, programer treba da za samo kako se koristi alatka za crtanje linija).

Iako jezici treće generacije mogu biti teži za upotrebu, oni ipak imaju određene prednosti. Pošto su ti jezici fleksibilni (na primer C), programeri mogu da isprogramiraju sve što je moguće zamisliti. Jezici treće generacije su sami po sebi moćniji od jezika četvrte generacije. Na primer, za razvoj aplikacija koja obavlja mnoga složena izračunavanja, C bi bio prikladniji od nekog jezika četvrte generacije. To je zato što C omogućava operacije na nivou bitova koje programeri mogu da iskoriste za efikasnije (a time i brže) izračunavanje nego u nekom jeziku četvrte generacije. Pored toga, ako se u aplikaciji koriste standardne

¹ Mr Goran Slavković, Mašinski fakultet, Beograd, e-mail: slavkovic@alfa.mas.bg.ac.yu

² Radomir Ivanović, Mašinski fakultet, Beograd, e-mail: ivanor@alfa.mas.bg.ac.yu

³ Borislav Kovljenić, Mašinski fakultet, Beograd, e-mail: kovbor@alfa.mas.bg.ac.yu

⁴ Mr Mihajlo Popović, Mašinski fakultet, Beograd, e-mail: mike@alfa.mas.bg.ac.yu

⁵ Projekat MIS.3.07.0027.A, koji podržava Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije

komande jezika treće generacije i SQL-a, izvorni kod te aplikacije je automatski prenosiv na bilo koji operativni sistem koji podržava taj jezik.

Okruženje Oraclea sadrži alate obe vrste za razvoj aplikacija, za jezike treće i četvrte generacije.

2.1. Oracleovi predprevodioci

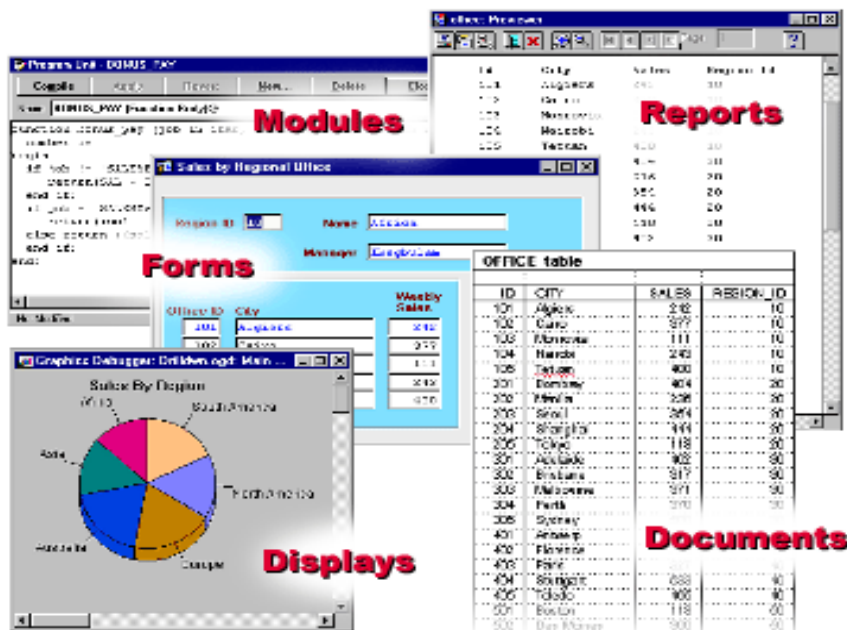
Oracleovi predprevodioci (precompilers) rade sa standardnim prevodiocima za jezike treće generacije da bi omogućili razvoj namenskih aplikacija koje sadrže ugrađene iskaze SQL-a. Predprevodilac se koristi u prvom prolazu kroz izvorni kod programa za pronalaženje i prevođenje svih iskaza SQL-a. Time se dobija izmenjeni izvorni kod koji prevodilac jezika treće generacije može da razume. Takav kod se potom prevodi i povezuje pomoću standardnog prevodioca da bi se dobila izvršna verzija programa. Kao pomoć za razvoj prenosivih aplikacija za rad sa bazama podataka, svaki Oracleov prevodilac sadrži mogućnost otkrivanja i označavanja programskih iskaza koji ne poštuju SQL-ovu sintaksu onako kako je definiše standard ANSI.

2.2. Oracle Call Interfaces (OCIs)

I ovi programi omogućavaju korišćenje jezika treće generacije sa ugrađenim iskazima SQL-a za izradu aplikacija koje pristupaju podacima. Međutim, OCI omogućavaju i pozivanje posebnih funkcija i procedura nižeg nivoa koje aplikacijama obezbeđuje još veću moć i fleksibilnost od predprevodilaca. Na primer, program tipa OCI mogao bi da kontroliše sve faze obrade jednog iskaza SQL-a (rašćlanjavanje, povezivanje, izvršavanje, ponovno povezivanje, ponovno izvršavanja, itd.) da bi postigao apsolutno optimalne performanse aplikacije i minimalni saobraćaj u mreži između klijenata i servera baze podataka.

3. CASE ALATI

CASE (*Computer Aided Software Engineering*) alati za projektovanje softvera pomoću računara su posebno



Slika 1.

napravljeni da bi podržali različite faze u životu sistema.

U CASE alate su ugrađene metode modeliranja tako da projektanti mogu alko da prave modele procesa i podataka koji su neophodni za rad jednog sistema. Rezultat toga je da pomoću CASE alata razvoj sistema postaje logičan, dokumentovan, detaljan, a ipak prilično brz postupak. CASE alati (slika 1.) se zaista isplate zato što omogućavaju razvoj kvalitetnih sistema od samog početka. To znači da korisnici mogu biti produktivni već sa prvom verzijom sistema, a projektanti i administratori neće morati da troše mnogo vremena na rešavanje nepredviđenih problema ili na

4. ORACLEOVI CASE ALATI

Oracle nudi nekoliko različitih CASE alata koji su pogodni za korišćenje pri razvoju sistema.

4.1. Project Builder

Današnje aplikacije su veoma kompleksne i sadrže veliki broj različitih modula i veliki broj linija koda. Project Builder sadrži podatke koji nastaju tokom razvoja aplikacija u različitim fazama razvoja sistema pomoću ostalih CASE alata. To je temelj Oracleovog CASE sistema za razvoj aplikacija. Može se zamisliti kao pozadinska baza podataka koja opslužuje ostale Oracleove CASE alate. Međutim, Project Builder je više od običnog skupa tabela koje sadrže podatke neophodne za razvoj sistema. Project Builder je i sam robustan aplikacija zasnovana na obrascima koja omogućava potpuno definisanje svih informacija koje su neophodne za sve faze razvoja sistema. Ekranu modula Project Builder često se pojavljuju da bi dopunili funkcionalnost drugih Oracleovih CASE alata.

4.2. Procedure Builder

Ako Project Builder posmatrate kao pozadinsku bazu podataka za skladištenje svih informacija koje se odnose na razvoj sistema, Procedure Builder možete zamisliti kao čeonu alat za modeliranje procesa i podataka koji nastaju u sistemu. Procedure Builder skup grafičkih alata za modeliranje i klijentsku i serversku stranu PL/SQL-a, uključujući i programske jedinice, biblioteke i okidače baze podataka. Ovaj alat je potpuno integrisan sa modulom Project Builder tako da dok vi projektujete procese i modele podataka na svojem ekranu, Project Builder automatski registruje sve informacije o toku razvoja sistema. A kada je neophodno da se unesu specifični podaci, Procedure Builder automatski nudi odgovarajući ekran modula Project Builder koji vam omogućava unošenje svih detalja strukture vašeg sistema.

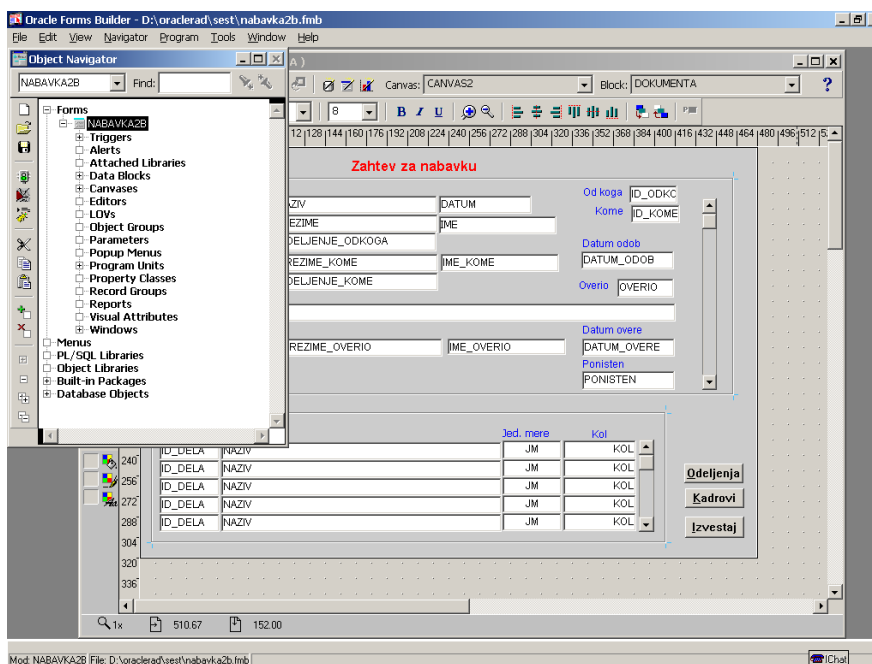
4.3. Schema Builder

Pošto završite faze strateškog planiranja, analize i projektovanja, može se preći na implementaciju sistema. Schema Builder automatizuje taj postupak tako što na osnovu podataka iz Project Builder generiše module baze podataka i njihove relacije bez ikakve potrebe da se piše i jedan jedini red programskog koda u jezicima treće ili četvrte generacije, niti u jeziku SQL. Schema Builder čak može da napravi indekse, relacije, ograničenja i druge objekte koji sačinjavaju aplikacionu šemu.

4.4. Oracle Forms Developer

Oracle Forms Developer je alat za razvoj aplikacija zasnovanih na obrascima. On omogućava formiranje, prevođenje i korišćenje aplikacija i podržava aplikacije koje rade pod rasterskim grafičkim interfejsom kao

što je Microsoft Windows ili Macintosh. Oracle Forms Developer sačinjavaju sledeća tri modula: Builder, Compiler i Runtime. Projektanti koriste sva tri modula da bi projektovali, generisali i testirali funkcionalnost aplikacije koja radi pod Oracle Forms Developerom (slika 2). Krajnji korisnici upotrebljavaju samo modul Runform koji omogućava izvršavanje aplikacija. On omogućava povezivanje logike ugrađene u obrazac i procedura uskladištenih u bazi podataka i na taj način smanjuje saobraćaj u mreži u klijent/server okruženju. U okviru obrasca se mogu



Slika 2.

prikazati i slike ili pokrenuti aplikacija Oracle Graphics za prikazivanje informacija na grafički način.

Koriste ga i krajnji korisnici i projektanti aplikacija. Pomoću razvojnog sistema Oracle Forms projektant pravi lepo oblikovane aplikacije za unos podataka koji integrišu tekst sa grafikom i omogućavaju veliki kapacitet obrade transakcija u zahtevanom okruženju. Na radnoj stanici omogućava krajnjem korisniku da unosi podatke ili da na svom ekranu dobije izveštaj iz baze podataka.

4.5. Oracle Reports Developer

Oracle Reports je alat za izradu izveštaja koji mogu da koriste i projektanti aplikacija i krajnji korisnici. Projektant koristi razvojni sistem Oracle Reports za izradu izveštaja zasnovanih na podacima iz baze podatak. Krajnji korisnik formira i štampa izveštaj pomoću izvršne (runtime) verzije Oracle Reportsa i aplikacije za izradu izveštaja koju je prethodno pripremio projektant. Oracle Reports Developer sačinjavaju četiri modula: Builder, Compiler, Queue Manager i Runtime.

4.6. Oracle Graphics Developer

Oracle Graphics Developer je alat za izradu izveštaja u grafičkom obliku koji mogu da koriste projektanti aplikacija i krajnji korisnici. Programeri koriste Oracle Graphics Developer za izradu izveštaja u grafičkom obliku koji prikazuju informacije iz baze podataka u obliku teksta, dijagrama, crteža i slika. Krajnji korisnici mogu da koriste aplikacije napravljene pomoću Oracle Graphics Developera za donošenje odluka na osnovu podataka iz baze. Oracle Graphics Developer sačinjavaju dva modula: Builder i Runtime.

4.7. SQL*Plus

SQL*Plus je alat za sastavljanje interaktivnih upita. Pomoću ovog alata možete slati serveru baze podataka ad hoc upite i druge iskaze jezika SQL. Interfejs za rad sa SQL*Plusom je veoma jednostavan – radi se preko komandne linije. Korisnik upisuje komandu SQL-a ili SQL*Plusa i izvršava je. To znači, da bi SQL*Plus moga efikasno da se koristi, neophodno je poznavanje sintakse SQL-a.

4.8. Oracle Data Browser

Oracle Data Browser je grafički, interaktivni alat za pristup podacima. Njegov grafički interfejs možete da koristite za sastavljanje i slanje ad hoc upita u bazu podataka, bez poznavanja sintakse komandi SQL-a.

5. ZAKLJUČAK

Navedeni Oracleovi CASE alati su korišćeni prilikom razvoja kompleksnih aplikacija i pokazali su svoju efikasnost na zavidnom nivou. Na sadašnjem nivou razvoja softvera sa distribuiranom platformom i radom više projekatata u sinhronizaciji, bez ovih alata projektanti bi nailazili na ogromne prepreke prilikom usaglašavanja pojedinih modula na kojima su nezavisno radili.

6. LITERATURA

- [1] Abbey, M., Corey, J. M., Abramson, I., Osnove Oracle 8i, Kompjuter Biblioteka, 2002.
- [2] Oracle Forms Developer and Oracle Reports Developer, Guidelines for Building Application, 2000.
- [3] Oracle Forms Developer, Form Builder Reference, Volume 1, 2000.
- [4] Oracle Forms Developer, Form Builder Reference, Volume 2, 2000.
- [5] Oracle Reports Developer, Getting Started, 2000.
- [6] Oracle Reports Developer, Building Reports, 2000.

DESIGN WITH CASE TOOLS

Summary

Oracle CASE tools are more vicarious nowadays in the field of development of information systems. There are many components wich make easy developer to track and develop software. The systems are efficient from the early start of development. With this tools, development of the information system become logical, documented, detail, but beyond that very fast.

Mr. Zorica Stevanović¹**INFORMACIONI PODSISTEM ZA UPRAVLJANJE TEHNIČKOM INFORMACIJOM
U SISTEMU ODRŽAVANJA***Rezime*

Današnje složene tehnologije su nastale iz zahteva tržišta za novim proizvodima visokog kvaliteta i uslovile su nastanak sredstava za rad kompleksne strukture sa povišenim potrebama za održavanjem. Da bi se nad ovako složenim tehničkim sistemima mogla primeniti savremena koncepcija održavanja potrebno je, u svakom trenutku, imati tačnu informaciju o njegovoj strukturi, tehničkim karakteristikama i specifičnostima pojedinih delova. Ovaj rad definiše informacioni podsistem koji pruža blagovremene, tačne i pouzdane informacije o strukturi i promeni strukture tehničkog sistema nad kojim se primenjuje intervencije izabrane koncepcije održavanja.

Savremen pristup održavanju zahteva da se, kroz praćenje ponašanja tehničkog sistema u dužem vremenskom periodu, predvidi njegovo ponašanja kako bi se, preduzimanjem niza upravljačkih, finansijskih, inženjerskih i drugih aktivnosti otkaz eliminisao ili sveo na najmanju moguću meru. Shodno tom zahtevu potrebno je u kratkom vremenu obraditi veliku količinu informacija a to se može postići samo uz pomoć informacionih sistema. Na Slici 1. je dat koncept jednog informacionog sistema održavanja gde je grupa poslova koja se odnosi na praćenje strukture opreme i njenih tehničkih karakteristika izdvojena u posebnu informacionu celinu-informacioni podsistem TEHNIČKI PODACI.



Slika 1. Koncept programskog sistema održavanja

1. Baza podataka

Osnovu ovog informacionog podsistema čini baza podataka koja sadrži podatke o tehničkim karakteristikama opreme, njenim sklopovima, podsklopovima i rezervnim delovima. Podaci u bazi se, shodno pravilima relacionog modela, grupišu u međusobno povezane entitete i to tako što se elementi koji čine sastav tehničkog sistema posmatraju kao posebne vrste robe (osnovno sredstvo, rezervni deo, materija,

¹ Mr. Zorica Stevanović dipl. ing. maš.,
JKP Beogradske elektrane, Savski nasip 11, Beograd
tel. 318-02-03 lok 404, 409
email: zoricast@ptt.yu

alat ...), identifikuju preko svog ident broja (Ib) i sa svojim opštim karakteristikama zapisuju u entitet Oprema_ropa. Pojedini elementi, koje ulaze u sastav tehničkog sistema, imaju svoje posebne tehničke karakteristike i one se nalaze u slabom entitetu Dopunski_tehpod, dok se dodatni podaci o opremi koja je osnovno sredstvo i ima svoj jedinstveni inventarski broj (Inb) izdvajaju u poseban entitet Oprema_os.

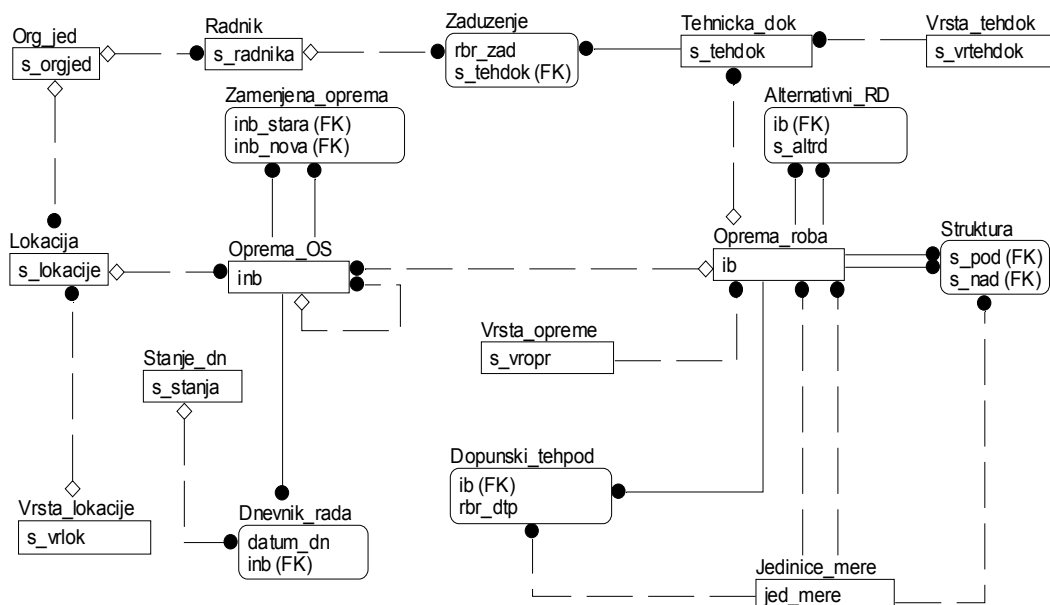
Složenu strukturu tehničkog sistema čine različiti elementi čiji je hijerarhijski raspored u sklopove i podsklopove (nadređene i podređene elemente) predstavljen preko entiteta Struktura i rekurzivne veze, dok je slučaj da osnovno sredstvo može biti i podoprema drugog osnovnog sredstva predstavljen rekurzivnom vezom nad entitetom Oprema_os.

Sistem obuhvata i alternativne rezervne delove i to preko rekurzivne veze entiteta Alternativni_RD.

Element tehničkog sistema ima i referentnu tehničku dokumentaciju (crteži, standardi, uputstva itd.), podaci o njoj su smešteni u entitetu Tehnicka_dok i njome mogu biti zaduženi pojedini radnici. Podaci o zaduženju radnika nalaze se u slabom entitetu Zaduženje.

Stanje tehničkog sistema (radno, zastoj zbog nedostatka posla, zastoj zbog preventivnog pregleda itd.) za svaki dan se prati preko dnevnika rada i bitni podaci o tome (vreme početka zastoja, vreme završetka zastoja itd.) se zapisuju u istoimeni entitet.

Na Slici 2. je dat model baze tehničkih podataka. Model je generisan uz pomoć case alata ERWin-a i entiteti sa svojim nazivom, ključnim atributima i međusobnim vezama su predstavljeni odgovarajućim grafičkim simbolima.



Slika 2. Baza TEHNIČKIH PODATAKA

2. Programsko rešenje

Nad ovako definisanom bazom podataka razvijena je programska struktura koja omogućava operacije ažuriranja podataka i izradu odgovarajućih izveštaja. Programsko rešenje omogućava da se preko “menija” izabere aplikacija koja ili startuje odgovarajuću formu preko koje se obavlja unos, menjanje i izbacivanje podataka iz baze ili vrši njihova selekcija po raznim kriterijumima i formira adekvatan izveštaj. Glavni “meni” je podeljen u četiri grupe i to:

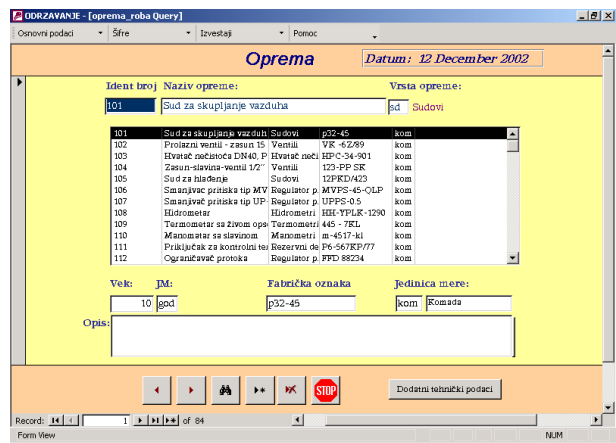
- OSNOVNI PODACI (gde se nalaze aplikacije za unos, izmenu i uklanjanje osnovnih podataka),
- ŠIFRE (sadrži aplikacije za unos i izmenu korišćenih šifaranika),
- IZVEŠTAJI (gde su aplikacije za generisanje izveštaja) i
- POMOĆ (tekstualni fajl sa objašnjenjima za rad).

U podmeniju OSNOVNI PODACI se nalaze opcije:

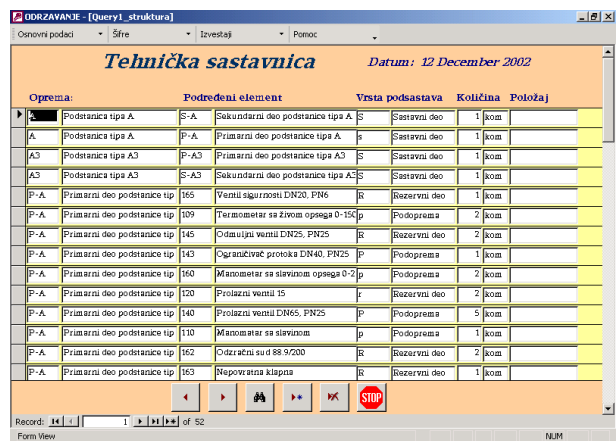
- ❑ *Oprema* (Slika 3.)- preko koje se definišu opšti podaci o opremi (njen Ident broj, naziv, vrsta, fabrička oznaka i jedinica mere),
- ❑ *Posebne tehničke karakteristike* – preko koje se u bazu podataka upisuju važni tehnički podaci karakteristični za pojedinu opremu kao što su radni pritisak, temperatura, nazivni prečnici itd.,
- ❑ *Tehnička sastavnica* (Slika 4.) - preko koje se unose podređeni i nadređeni elementi opreme čime se definiše njena tehnička struktura i sastav,
- ❑ *Dopunski podaci o opremi* - gde se pojedinoj opremi, koja je ujedno i osnovno sredstvo, dodeljuje inventarski broj i njena lokacija,
- ❑ *Preporuke za održavanje* – služi za unos preporuka proizvođača opreme,
- ❑ *Dnevnik rada* – preko kojeg se unose podaci o svim zastojevima u radu opreme po uzrocima,
- ❑ *Alternativni rezervni delovi* – preko koje se unose rezervni delovi koji se mogu upotrebiti u slučaju nedostatka definisanog rezervnog dela,
- ❑ *Tehnička dokumentacija* – omogućava evidentiranje tehničke dokumentacije koja je došla sa opremom i
- ❑ *Zaduženje* - evidentira zaduženje tehničkom dokumentacijom.

Za opremu je u opciji IZVEŠTAJI moguće dobiti izveštaje:

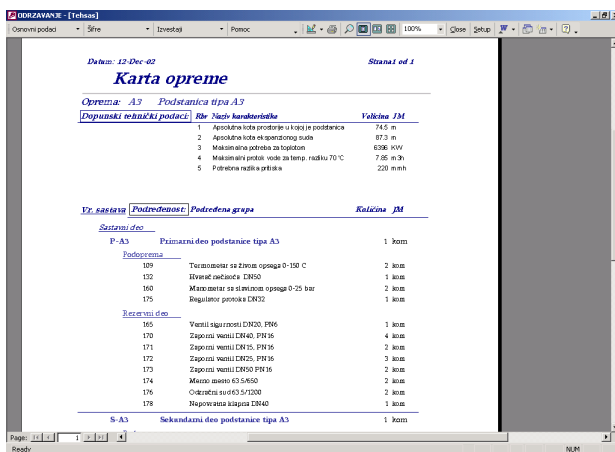
- ❑ *Tehnički podaci o opremi* i to:
 - *Karta opreme* (Slika 5.) - koja pokazuje podatke o izabranoj opremi sa prikazom postojećih delova,
 - *Tehnička sastavnica* (Slika 6.) - sa podacima o strukturi opreme i ugrađenim sklopovima i podsklopovima i delovima,
 - *Tehnička sastavnica za Inb* – daje pregled sastava pojedinačne opreme,
 - *Dopunski tehnički podaci* – pregled dopunskih tehničkih podataka opreme,
- ❑ *Pripadnost opremi* - preko kojeg se dobija pregled u koju su opremu sve određeni rezervni deo ili podoprema ugrađeni,
- ❑ *Raspored po lokacijama* - gde je dat prikaz rasporeda opreme po lokacijama čime je moguće praćenje mesta rada ili popravke svake opreme po njenom inventarskom broju,



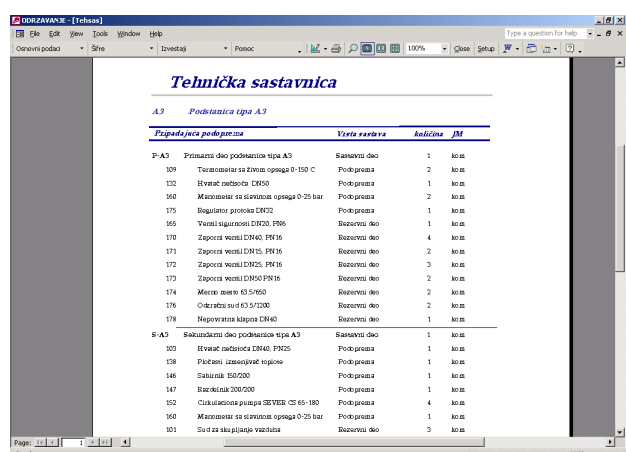
Slika 3. Forma za unos opreme



Slika 4. Forma za unos tehničke sastavnice



Slika 5. Izveštaj Karta opreme



Slika 6. Izveštaj Tehnička sastavnica

- ❑ *Istorija rada opreme* - prikazuje zastoje u radu opreme i njihove uzroke od izabranog datuma,
- ❑ *Rezervni delovi* - sa izveštajima :
 - *Alternativni Rezervni delovi* - sa pregledom kojim se rezervnim delovima može traženi rezervni deo zameniti,
 - *Potrebni rezervni delovi* (Slika 7.) – za opremu odgovarajućeg ident broja (Ib) daje ukupnu količinu potrebnih rezervnih delova sa njihovim signalnim količinama i stanjem na skladištima,
- ❑ *Zamenjena oprema* (Slika 8.) – spisak opreme koja je zamenjena od traženog datuma.

12 Decembar 2002 Strana 1 od 2

Potrebni rezervni delovi za opremu

P-A Primarni deo podstanice tipa A

Ib elem.	Naziv elementa	Količina u radrešenju	Signalna količina	Stanje na skladištu	Razlika JM
120	Prizma verti 15	2	50	60	10 kom
145	Obrtni verti DN25, PMS	2	30	22	-8 kom
161	Memo mesto S8850	2	15	16	1 kom
162	Održiva sud B8.98200	2	15	14	-1 kom
163	Napornita klapna	1	15	18	3 kom
164	Zaporni verti DN20, PMS	3	40	44	4 kom
165	Verti sparni DN20, PMS	1	70	70	0 kom

P-A3 Primarni deo podstanice tipa A3

Ib elem.	Naziv elementa	Količina u radrešenju	Signalna količina	Stanje na skladištu	Razlika JM
165	Verti sparni DN20, PMS	1	70	70	0 kom
170	Zaporni verti DN40, PMS	4	70	78	8 kom
171	Zaporni verti DN15, PMS	2	70	40	-30 kom
172	Zaporni verti DN25, PMS	3	70	60	-10 kom
173	Zaporni verti DN50, PMS	2	70	67	-3 kom
174	Memo mesto B3.58850	2	7	0	-7 kom
176	Održiva sud B3.581200	2	7	0	-7 kom
178	Memoranda klapna PMS	1	15	8	-7 kom

Slika 7. Izveštaj Potrebni rezervni delovi za datu opremu

Zamenjena oprema

103	Hvatač nečistoće DN40, PMS	FETRARKINA 3
Star ID	Novi ID	Datum zamene
103-1	103-3	20-09-2002
110	Manometar sa slavinom	FETRARKINA 3
110-5	110-6	27-12-2002
110-4	110-5	20-09-2002
110-1	110-4	20-09-2001
152	Cirkulaciona pumpa SEVER C 565-100	FETRARKINA 3
152-1	152-13	26-09-2001

Slika 8. Izveštaj Zamenjena oprema

Zaključak

Primena računara u procesu održavanja je praćena teškoćama koje se, pre svega, ogledaju u činjenici da je razvoj software-a dugotrajna delatnost koja, pored određenih materijalnih uslova, zahteva posebna znanja i postojanje stručnjaka visokog profila kako iz informatičkih, tako i iz drugih oblasti. Pored toga, proces održavanja je specifična delatnost koja, zbog primene različite organizacije i različite tehnologije, zahteva razvoj specijalizovanog software-skog paketa za konkretno preduzeće. Ovaj rad, međutim, nudi rešenje za podsistem Informacionog sistema održavanja kojim se prati tehnička informacija i dovoljno je opšteg karaktera da se može primeniti u svim organizacijama i tehnologijama. Pored toga ovaj podsistem se, uz primenu adekvatnog sistema označavanja može primeniti i u procesima nabavke i planiranja.

Literatura

- [1] Mr. Zorica Stevanović: “Prilog projektovanju i razvoju informacionog sistema za održavanje” – Magistarski rad, Beograd 2002. god.



Vladimir Zeljković, Slađana Uzunović, Ilija Krivošić¹,

NAČINI USAGLAŠAVANJA RIZIKA I BEZBEDNOSTI MAŠINA PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA

Abstrakt - U cilju smanjenja rizika od povreda operatera pri radu na mašinama i uvođenja preventivnih bezbednosnih mera, Evropska zajednica je propisala niz direktiva i standarda. Ovim dokumentima su klasifikovani tipovi mašina sa stanovišta rizika i bezbednosti. Za svaki tip mašine, propisan je adekvatan način usaglašavanja postupka i odgovarajućih dokumenata sa zahtevima standarda. Mašine na kojima su sprovedene zahtevane mere bezbednosti mogu dobiti CE znak, što omogućuje njihovu distribuciju na zajedničko Evropsko tržište.

U ovom radu se razmatraju mogući načini postupaka usaglašavanja bezbednosti mašina prema zahtevima Evropskih standarda.

1. UVOD

Praksa ukazuje na veliki broj povreda ljudi u svakodnevnom radu/životu. Ovde će se posebno obraditi problem povreda operatera pri radu na mašinama. Statistika pokazuje da su određene povrede nepovratne - amputacije delova tela, a ponekad posledice povreda mogu biti fatalne. Povrede operatera predstavljaju problem za pojedinca, porodicu, poslodavca, zdravstvenu službu, osiguravajuća društva, kao i društvo u celini. Imajući u vidu negativne posledice povreda ljudi koji rade ili opslužuju mašine, mnoge zemlje (pre svega razvijene zemlje: SAD, EU, Japan) su preduzele različite vrste mera sa ciljem minimizacije broja povreda. U tom pogledu, uglavnom su formulisane i ozakonjene 'Direktive' kao usmeravajući dokument u pravcu preduzimanja bezbednosnih mera pri radu sa mašinama, i serija standarda koji precizno definišu način analize problema rizika u fazi razvoja mašina, ugradnje bezbednosne opreme i ispitivanja bezbednosnih funkcija na svakoj mašini.

Primena bezbednosnih mera se odnosi na proizvođače mašina i korisnike. Ispunjenje svih bezbednosnih mera na mašini je uslov da bi se mašina mogla plasirati na određena tržišta. Za plasiranje mašina na Evropski trgovinski prostor neophodno je dobiti CE znak, a osnovni preduslov za ovaj znak je ispunjenje mera bezbednosti propisanih Direktivom i serijom Evropskih Normi (EN).

Proizvođači mašina u Jugoslaviji su obavezni da ispune sve bezbednosne mere prema zahtevanim standardima da bi mogli plasirati proizvode na zajedničko Evropsko tržište.

Dosadašnja praćenja rizika, analize i statistički podaci ukazuju na različit nivo rizika pri radu na pojedinim vrstama mašina. Određene vrste mašina pokazuju veću mogućnost povreda pri radu na njima, kao na primer prese i testere. U cilju preduzimanja preventivnih mera, veoma je bitno imati potpune informacije o mašinama i uslovima rada.

U SAD postoji 'The National Institut for Occupational Safety and Healt (NIOSH)', Atlanta, Georgia, koji evidentira sve povrede na radu. Treba naglasiti neophodnost analize predhodnih povreda, kao i evidenciju novih povreda. Ovde će se izneti podaci objavljeni u časopisu ove organizacije CURRENT 49 [1], koji se odnose na mehaničke prese: 'U 1980, bilo je oko 151.000 operatora dnose na mehaničke prese: 'U 1980, bilo je oko 151.000 operatora mehaničkih presa. ... Podaci od Bureau of Labor Statistics (BLS) pokazuju da se desi oko 20.000 amputacija godišnje. Između 1600 i 2000 (10%) od ovih amputacija se desilo pri radu na

¹ Dr Vladimir Zeljković, dipl. maš. inž, LOLA Institut, tel: 541-968, vladazz@yahoo.com

Slađana Uzunović, dipl. maš. inž, LOLA Institut, suzunovic@lola-ins.co.yu

Prof. dr Ilija Krivošić, dipl. maš. inž, Mašinski fakultet u Beogradu, tel: 3370-336, ilijamf@hotmail.com

mehaničkim presama. Kao dodatak, poslednji statistički podaci prikupljeni od OSHA pokazuju da približno 49% povreda od mehaničkih presa rezultuje u amputacije. Nadalje, podaci ... pokazuju da mladi muški operateri imaju najveći rizik ...'. Podaci navedeni u ovom članku ukazuju na nedovoljnu bezbednost mehaničkih presa i potrebu za preduzimanjem dodatnih mera zaštite operatera.

U cilju povećanja bezbednosti operatera ozakonjeni su (u SAD i EU) dokumenti nazvani DIREKTIVA i niz STANDARDA namenjeni proizvođačima mašina, kao i korisnicima. Da bi se video način primene vrši se kontrola. Predviđene su odgovarajuće mere - kazne u slučaju ne pridržavanja preporuka datih u standardima. Na primer, kazna od 48.000 \$ je predložena za jednu firmu koja se nije pridržavala preporuka vezanih za bezbednost mašina [2]. Sličan primer je publikovan za firmu gde je konstatovana nedovoljna bezbednost kod 12 presa i određene dodatne kazne od \$125.000 i \$68.700 [13].

2. HIJERARHIJA EVROPSKIH STANDARDA

Evropska zajednica je izdala dva načelna dokumenta (Direktive) vezana za bezbednost mašina [3]:

A) *The Machinery Directive 98/37/EEC*
(14 June 1989) - namenjen isključivo
proizvođačima mašina

B) *The Use of Work Equipment Directive*
89/655/EEC - namenjen korisnicima mašina.

Od 1. januara 1995. godine ove direktive postaju obavezne za primenu na zajedničkom ekonomskom prostoru EU. U skladu sa ovim direktivama, urađen je (od strane CEN) niz (harmonizovanih) standarda vezanih za bezbednost mašina. Hijerarhija standarda je sledeća [4]:

- a) Standardi tipa A (osnovni standardi za bezbednost) daju osnovne pojmove, principe za projektovanje i opšte aspekte tako da se mogu primenjivati na sve mašine;
- b) Standardi tipa B (grupni standardi za bezbednost) odnose se na jedan aspekt bezbednosti ili jedan tip bezbednosti uređaja koji se mogu koristiti za širok raspon mašina;
- c) Standardi tipa C (standardi za bezbednost mašina) daju detaljne bezbednosne zahteve za pojedine mašine i grupe mašina.

U grupu standarda tipa A spadaju JUS EN 292 *Opšti principi projektovanja* [5,6] i EN 1050 *Principles for risk assessment* [7]. Ovi standardi zahtevaju da se u fazi projektovanja izvrši analiza i ocena svakog pojedinačnog i svih rizika koji mogu ugroziti ljude i okolinu, i da se preduzmu adekvatne mere zaštite. Oni takođe daju postupak analize i preporuke pri projektovanju i izvođenju zaštitnih mera.

Ocena i kategorizacije rizika za sve opasnosti radi se prema standardu EN 954-1:1996 [8] koji se odnosi na analizu otpornosti upravljačkog sistema mašine u pogledu otkaza u sistemu i posledica tog otkaza na gubitak bezbednosnih funkcija. Ovo je jedan od osnovnih standarda tipa B.

Za pojedine tipove mašina i grupe mašina su urađeni standardi tipa C. Na primer, Standard EN 12478 je namenjen za *Obradne centre* [9].

Veoma slično je urađeno i u SAD. Za mehaničke prese, na primer, je izdata Direktiva A-69 [10], i niz standarda za analizu bezbednosti presa (ANSI B11, ANSI B11.10, ANSI B11.2, ANSI B11.19, i drugi).

3. NAČINI USAGLAŠAVANJA BEZBEDNOSTI MAŠINE SA EVROPSKIM STANDARDIMA

Evropski standardi nivoa C definišu tip mašine i način usaglašavanja - proceduru za dobijanje znaka CE. Direktiva za mašine 98/37/EC je klasifikovala mašine u grupu sa nižim rizikom i u grupu sa višim rizikom (Annex IV direktive). Način usaglašavanja zavisi pre svega od ovih grupa mašina. Na slici 1 je prikazan tok usaglašavanja zavisno od tipa mašine.

Oznake na slici 1 su:

- NB (Notified Body). Specijalna tela ovlašćena za nadzor i izdavanje sertifikata vezanih za bezbednost mašina

- MODUL A. Ovaj modul podrazumeva internu kontrolu proizvoda. Obuhvata internu kontrolu projektovanja i proizvodnje kod proizvođača. Ovaj modul ne zahteva učešće notifikacionih tela, tako da sve aktivnosti obavlja proizvođač.

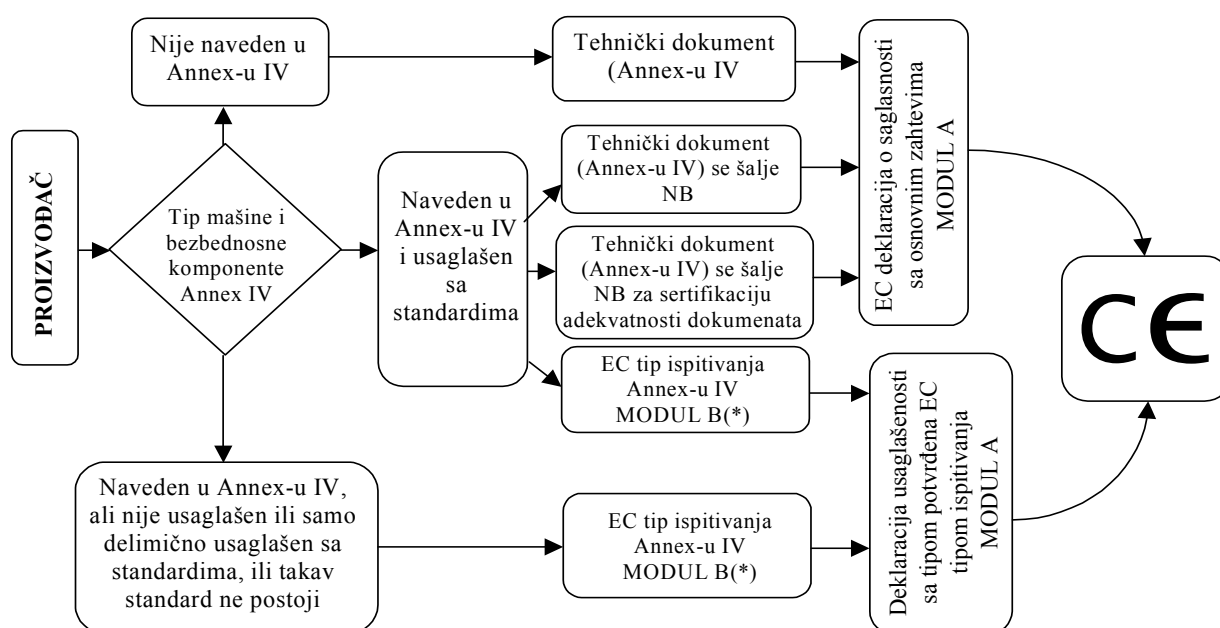
- MODUL B. Ovaj modul obuhvata EC - tip ispitivanja. Posle faze razvoja sledi *potvrđivanje* u fazi proizvodnje. Potvrđivanje obuhvata EC - tip ispitivanja, a sertifikat za ova ispitivanja izdaje ovlašćeno notifikaciono telo.

Sa slike 1 se vidi da se kod mašina sa nižim nivom rizika povrede operatera ne zahteva učešće notifikacionih tela i da proizvođač sam preuzima potpunu odgovornost za usaglašenost bezbednosti mašina sa zahtevima standarda.

Za određene tipove mašina šalje se tehnička dokumentacija notifikacionim telima na uvid, a proizvođač stavlja CE znak na mašinu.

Sa povećanjem rizika od povreda povećava se i učešće notifikacionih tela. U trećoj grupi mašina, notifikaciono telo izdaje sertifikat o adekvatnosti tehničkih dokumenata (preduzetih bezbednosnih mera) koji je uslov za stavljanje CE znaka od strane proizvođača.

Kod mašina sa najvećim nivoom rizika, vrši se specificirani EC tip ispitivanja sa učešćem notifikacionih tela. Znači, ovde se zahtevaju posebne jedinice proizvoda namenjene ispitivanjima bezbednosnih funkcija specificirani standardima, i značajno učešće notifikacionih tela u procesu uzdavanja deklaracije o usaglašenosti bezbednosnih funkcija na mašini sa zahtevima EN i stavljanju CE znaka.



Slika 1. Dijagram konformnosti postupka sa Evropskim standardima

4. UMETO ZAKLJUČKA

Povrede operatera pri radu sa mašinama predstavljaju širi problem i zato su razvijenije zemlje uvele zakonsku regulativu sa ciljem smanjenja broja povređenih osoba. Poseban problem čine 'opasne' mašine kao što su testere, prese. Nije moguće plasirati mašinu na EAA ukoliko nisu zadovoljeni zahtevi standarda u pogledu bezbednosti, kao preduslov za CE znak.

Naši proizvodi moraju zadovoljiti uslove standarda EN da bi se našli na tržištu EU. Ovo zahteva poznavanje standarda i ugradnju svih propisanih mera bezbednosti u fazi projekta i proizvodnje mašina.

Posebnu pažnju treba posvetiti postupku usklađenja dokumenata koje zahteva Direktiva o mašinama 98/37/EC. Dokumenti vezani za bezbednost mašina su precizno navedeni u Direktivi, a moraju se čuvati minimum 10 godina posle isporuke mašina.

Direktive i harmonizovani standardi tipa C daju mogućnost za mašine nižeg nivoa rizika da kompletno izvrše analizu rizika, usklade bezbednosne mere sa EN, izdaju deklaraciju o sigurnosti i postave CE znak. Za mašine sa višim nivoom rizika, neophodno je učešće ovlašćenih tela (Notifikacionih tela) u procesu izdavanja deklaracije i sertifikacije dokumenata, što znači da se bez određenog vida njihovog učešća ne može staviti CE znak na mašine.

5. LITERATURA

- [1] Donald Millar: INJURIES and AMPUTATIONS RESULTING FROM WORK WITH MECHANICAL POWER PRESSES, Current 49, DHHS (NIOSH) Publication No. 87-107, Maz 22, 1987. P 14.
- [2] -- OSHA CITES MIDDLETOWN, CONN., MANUFACTURER FOR ALLEGED REPEAT AND SERIOUS SAFETY VIOLATION; PROPOSES OVER \$48,000 IN PENALTIES, OSHA Regional News Release: BOS 98-228, December 1, 1998.
- [3] European Commission, Guide to the implementation of directives based on the New Approach and the Global Approach, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2000.
- [4] European Commission, Community Legislation on Machinery, Comments on Directives 98/37EC, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2000.
- [5] Standard JUS EN 292-1: Bezbednost mašina Osnovni pojmovi, Opšti principi za konstruisanje – Deo 1: Osnovna terminologija i metodologija, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, 1997
- [6] Standard JUS EN 292-1: Bezbednost mašina Osnovni pojmovi, Opšti principi za konstruisanje - Deo 2: Tehnički principi i specifikacije, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, 1997
- [7] Standard EN 1050 Safety of machinery - Principles for risk assessment, CEN European Committee for Standardization, Brussels, August 1994.
- [8] Standard EN 954-1 Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design, CEN European Committee for Standardization, Brussels, December 1996.
- [9] Standard EN 12478:2000, Safety of machine tools – Large numerically controlled turning machines and turning centres, CEN European Committee for Standardization, Brussels, 2001.
- [10] A-69, PROGRAM DIRECTIVE: Mechanical Power Presses, Oregon Occupational Safety and Health Division - Department of Consumer and Business Services, Revised March 9, 2001.
- [11] V. Zeljković, M. Đapić, R. Radiša, N. Rusić, : ANALIZA BEZBEDNOSTI I RIZIK MAŠINA - CE ZNAK, Međunarodna konferencija JUSK, Beograd, Maj 2002, MENADŽMENT TOTALIM KVALITETOM - Nacionalni naučno-stručni časopis Vol. 30, NO. 3-4, Pp 151-154.
- [12] V. Zeljković, M. Đapić, R. Radiša, N. Rusić, : ANALIZA RIZIK I BEZBEDNOSTI MAŠINA PREMA EVROPSKIM STANDARDIMA, Savetovanje PROIZVODNO MAŠINSTVO, Beograd, Septembar 2002,
- [13] --/ Michigan Department of Consumer & Industry Services Orders Copco Door Company to Cease Operating Dangerous Equipment, www.cis.state.mi.us/media/press/00press/00sept/door.htm

RISK END MACHINE SAFETY ASSESMENT ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS

Summary: The European Union had introduced the series of Directives and Standards with the aim to take all preventive measures to reduce the hazards and increase the workers' occupational safety. By these Directives and Standards, the machines are classified according to the risk level. For each machine type, the adequate assessment procedure is prescribed, as well as the necessary technical documents. The machine design in accordance with European Norms (EN) are subject to CE mark, and distribution to the common market.

In this paper, the different ways of machine assessment to EN are considered.



N. VESIĆ, B. NEDIĆ¹⁾

PROJEKTOVANJE I OPTIMIZACIJA OPTIČKIH SISTEMA

Abstrakt

Savremena tehnologija i moderni programi za projektovanje, analizu i optimizaciju optičkih sistema omogućavaju korisnicima da projektuju optičke sisteme. Najvažniji dodatak programima za projektovanje optičkih sistema su optimizacione metode, od kojih metoda prigušenih najmanjih kvadrata, opisana u radu, ima naglašenu jednostavnu koncepciju, potvrđenu kroz veoma laku i kvalitetnu primenu, što je potvrđeno velikim brojem primera optimiziranih optičkih sistema.

Ključne reči: optički sistemi, metod prigušenih najmanjih kvadrata, optimizacija, aberacija.

1. UVOD

Optika proučava samo usku oblast elektromagnetnog spektra koja se prostire od 1 nm do 400 nm talasne dužine svetlosti za ultravioletnu svetlost, od 400 nm do 750 nm za vidljivu svetlost, od 750 nm do 3 μ m za blisku infracrvenu oblast, od 3 μ m do 30 μ m za srednju infracrvenu oblast i od 30 μ m do 1 mm za daleku infracrvenu oblast. Svetlost ima dvojnu prirodu, to znači da se nekad ponaša kao talas a nekad kao mlaz veoma brzih čestica – fotona. Pri projektovanju optičkih sistema dominantna je talasna uloga svetlosti, dok pri projektovanju lasera i detektora dominantni su kvantni efekti.

2. OPTIČKI SISTEM

Optički uređaj je sistem koji ima za cilj da sakupi i rasporedi svetlosno zračenje na tačno određen unapred projektovan način. Obzirom da se navedeni složeni optički sistemi sastoje od većeg broja optičkih elemenata (sočiva, prizmi, svetlosnih filtera, modulacionih diskova, specijalnih elemenata optoelektronike), postavlja se problem kako projektovati jedan optički sistem, a da pri tome budu zadovoljeni svi zahtevi u pogledu karakteristika i dobijanja željenog kvaliteta lika.

2.1 Faze projektovanja optičkog sistema

Projektovanje optičkog sistema može se podeliti na sledeće faze:

Definicija problema;	Optimizacija;
Prethodno projektovanje;	Finalna analiza optičkog sistema;
Izbor polaznog optičkog sistema;	Priprema za proizvodnju;
Polazna analiza optičkog sistema;	

Definisanje problema podrazumeva tačnu formulaciju zahteva i ograničenja za potrebnog optički sistem. U ovoj fazi projektovanja optičkog sistema definišu se karakteristike optičkog sistema, kao što su ugao vidnog polja, žižna dužina i zahtevi za kvalitet lika. Prethodnim projektovanjem se donosi odluka o optičkom sistemu sa aspekta elemenata koje je potrebno da sadrži:

- optički sistem će se sastojati primarno od sočiva ili od ogledala (refleksioni optički sistem);
- broj elemenata (sočiva, ogledala, prizmi);
- ukupna dužina optičkog sistema.

U fazi izbora polaznog optičkog sistema, sa idejnih rešenja se prelazi na realne sisteme, često uz pomoć postojećih rešenja za slične optičke sisteme, koji se mogu pronaći u knjigama, patentnoj dokumentaciji ili dokumentaciji firme o prethodnim projektima. Računari ovde mogu da budu od velike pomoći jer pristup bazi podataka znatno ubrzava proces izbora polaznog optičkog sistema.

¹⁾ **Nataša Vesić**, dipl. ing. Mašinski fakultet, Kragujevac
Doc. dr Bogdan Nedić, dipl. ing. Mašinski fakultet, Kragujevac
034 / 335990 nedić@knez.uis.kg.ac.yu

Veoma je važno izvršiti kompletnu analizu polaznog optičkog sistema, da bi odredili pravci mogućih izmena u cilju dobijanja kvalitetnog optičkog sistema. Aberaciona analiza je u ovoj fazi od ključnog značaja jer omogućava da se na adekvatan način izaberu promenljive veličine za optimizaciju (kao što su radijusi krivina sočiva, njihova rastojanja itd.).

Optimizacija optičkih sistema se vrši pomoću poznatih (numeričkih) metoda kojima se variranjem vrednosti promenljivih veličina na sistematski način vrši minimiziranje funkcije za ocenu greške, pri čemu se poštuju svi zahtevi i ograničenja.

Nakon optimizacije kojom se određuju parametri optičkog sistema sa minimalnom funkcijom za ocenu greške, potrebno je odrediti da li optički sistem zadovoljava postavljene zahteve. Ova faza obuhvata finalnu analizu optičkog sistema.

Nakon prethodnih faza, za svaki element sistem vrši se projektovanje elemenata ostalih komponenti optičkog uređaja (to su najpre mehanički delovi koje omogućuju optičkim elementima da ostvare svoju funkciju). U ovoj fazi se vrši detaljna analiza efekata grešaka proizvodnje (analiza tolerancija).

2.2 Greške optičkog sistema i načini za njihovo otklanjanje

Klasičan načini definisanja kvaliteta lika optičkog sistema sadrži:

- proračun pet osnovnih monohromatskih aberacija: sferna aberacija, koma, astigmatizam, krivina polja i distorzija,
- proračun poprečnih zračnih aberacija i
- proračun hromatskih aberacija.

Konstrukcijom složenog sočiva iz niza prostih sočiva, nemoguće je ukloniti sve aberacije, ali je moguće uravnotežiti aberacije jednog dela sistema aberacijama drugog dela. Što je veći broj elemenata, veći je stepen korekcija. Nasuprot tome, sistem od jednog sočiva ne sadrži dovoljan broj prelamajućih površina da bi se postiglo odstranjivanje monohromatskih i hromatskih aberacija. Pri konstrukciji sočiva, određuje se aberacija koja daje najveću grešku, pri čemu se teži da se ona svede na zanemarljivu vrednost.

3. PROGRAMI ZA PROJEKTOVANJE OPTIČKIH SISTEMA

Programi za projektovanje optičkih sistema mogu se podeliti na dve osnovne grupe. Prvu grupu sačinjavaju programi koji su razvijani za interne potrebe radi rešavanja određenih problema, kao što je npr. optimizacija položaja optičkih elemenata itd..

U ovu grupu programa spadaju:

- CODE V firme Optical Research Associates (ORA);
- SYNOPSIS i ASAP firme Breault Research Optimization;
- OSLO firme Sinclair Optics;
- SIGMA firme Kidger Optics.

Drugu grupu programa sačinjavaju programi koji su razvijani za projektovanje celokupnih optičkih sistema. Ovoj grupi pripadaju sledeći programi:

- ZEMAX firme Focus software;
- OPTEC III firme Sciopt Enterprises;
- OPTIKWERKS firme Optikwerks Inc.

Navedeni programi imaju sledeće celine:

- korisničko okruženje (bilo grafičko ili zasnovano na komandnoj liniji),
- deo za proračun hoda zraka kroz optički sistem i analizu kvaliteta lika (aberraciona, energetska i dr.),
- deo za optimizaciju,
- deo za analizu tolerancija,
- deo koji nudi proširenje programa pomoću specifičnog programiranja.

4. OPTIMIZACIJA OPTIČKIH SISTEMA

Prvi korak u optimizaciji je izbor promenljivih parametara optičkog sistema kao što su radijusi krivina prelomnih površina optičkog sistema, rastojanja između prelomnih površina, indeksi prelamanja stakla za sočiva optičkog sistema i slobodni svetlosni otvor za svaku površinu koje će optimizacioni program na odgovarajući način da menja u cilju poboljšanja performansi polaznog optičkog sistema. Pored navedenog,

bitan je i način određivanja funkcije za ocenu kvalitet optičkog sistema kao i određivanje ograničenja, tj. graničnih vrednosti konfiguracije optičkog sistema.

4.1 Metoda prigušenih najmanjih kvadrata

Optimizacija primenom metode prigušenih najmanjih kvadrata je najpristupačnija metoda sadržana u gotovo svakom programu za optički dizajn. Osnova ove metode je minimizacija funkcije za ocenu menjanjem promenljivih na sistematski način a da se pri tome poštuju sva ograničenja (slika 1).

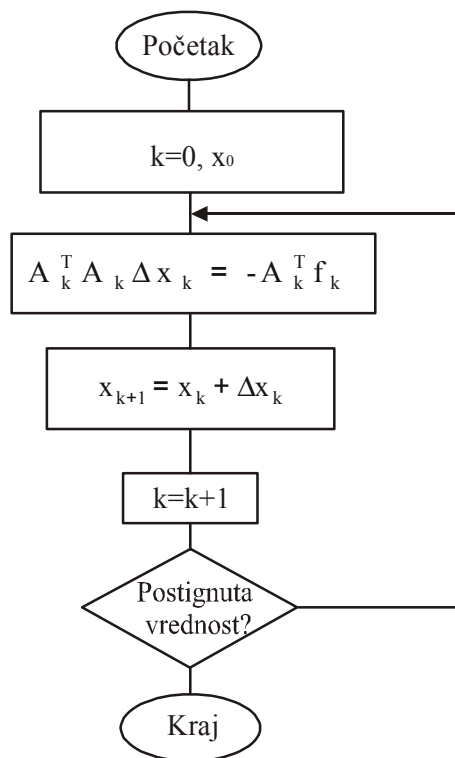
U okviru ove metode **funkcija ocene greške $\phi(x)$** je izražena u obliku:

$$\phi(x) = \sum_{i=1}^m w_i f_i^2(x)$$

gde vektorska veličina x predstavlja skup optimizacionih promenljivih: $x = \langle x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \rangle$, a pojedinačni operandi f_i su definisani kao:

$$f_i = (c_{1i} \oplus c_{2i}) , \quad c_{il} \text{ i } c_{i2} - \text{parametri.}$$

Svaki operand sadrži dva parametra koji su povezani pomoću matematičkog operatora: sabiranje, oduzimanje, množenje, deljenje, eksponencionalna funkcija, veće od ili manje od.



Slika 1. Prikaz algoritma optimizacije optičkih sistema

Funkcija ocene greške $\phi(x)$ se može pisati i u vektorskom obliku kao: $\phi(x) = f^T f$.

Minimizacija funkcije greške je osnova kod modela linearne povezanosti operanda u funkciji od promenljivih. Promena **i-tog** operanda podrazumeva promenu **j-te** promenljive, što se može predstaviti kao:

$$f_i(x_j + \Delta x_j) = f_i(x_j) + \frac{\partial f_i}{\partial x_j} \Delta x_j$$

U realnom slučaju, može postojati nelinearnost koja zahteva viši red delilaca operanda. Uz to, postoji solucija da proces realne optimizacije ne dovodi vrednost operanda f_{ii} na nulu, upravo zbog nelinearnosti. Stoga postoji rešenje najmanjeg kvadrata za Δx_j , kod kojeg operand postiže svoju minimalnu dopuštenu vrednost. Navedena metoda koristi algoritam koji radi prema sledećem: dovesti prvobitnu vrednost x_0 na minimum (početna tačka), iteracijom izračunati novu vrednost $x_{k+1} = x_k + \Delta x_k$ rešavanjem po ugledu na linearni sistem, pozivajući se na jednačinu najmanjeg kvadrata, za promenljivi vektor Δx_k (k - iteracioni broj):

$$A_k^T A_k \Delta x_k = -A_k^T f_k$$

Za nelinearni sistem, promena vektora Δx tipično divergira. Rešenje ovog problema je da se pridruži termin prigušenje μ u jednačinama prigušenih najmanjih kvadrata, u cilju sprečavanja visoke vrednosti za Δx :

$$(A_k^T A_k + \mu_k I) \Delta x_k = -A_k^T f_k$$

Pravilan izbor faktora prigušenja je značajan za postojanost i produktivnost, te optički programi sadrže algoritam za automatski izbor faktora prigušenja.

4.2 Primena programa OSLO za optimizaciju optičkih sistema

Program OSLO (Optical System Layout and Optimization) je program za kompletnu analizu i optimizaciju optičkih sistema. Program OSLO se koristi za:

- Projektovanje optičkih sistema koji formiraju lik i koji se koriste za: fotolitografiju, optičku metrologiju, laboratorijske instrumente, optičko testiranje, spektrografe, astronomske teleskope;

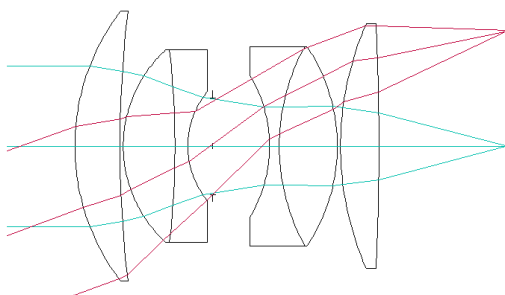
- Projektovanje optičkih sistema koji ne formiraju lik i koji se koriste u sistemima za osvetljavanje, interferometrima, solarnim kolektorima, kondenzorima;
- Projektovanje laserskih sistema;
- Projektovanje vizuelnih sistema (mikroskopa, teleskopa, refraktometara, endoskopa);

Program OSLO podržava veoma veliki broj načina definisanja prelomnih površina i to od klasičnih sfernih površina pa do površina koje nemaju uopšte simetriju. Program sadrži veliku bazu optičkih elemenata i sistema. Program OSLO ima sledeće mogućnosti analize:

- Paraksijalna i aberaciona analiza;
- Hod zraka;
- Spot dijagrami;
- Talasna analiza;
- Analiza Gaussovih snopova;
- Tačkasta i linijska prenosna funkcija;
- Raspodela energije;
- Modulaciona prenosna funkcija.

Navedeni program radi sa neograničenim brojem prelomnih površina, neograničenim brojem promenljivih konstruktivnih parametara, talasnih dužina, uglova vidnog polja, zraka potrebnih za optimizaciju i optimizacionih operanada.

Na slici 2 je prikazan primer projektovanog sistema sa 6 sočiva primenom programa OSLO.



Slika 2. Primer projektovanog optičkog sistema

5. ZAKLJUČAK

U današnje vreme znatno je povećan broj tipova optičkih sistema koje je potrebno projektovati. Pored klasičnih optičkih sistema, danas se sreću i potrebe projektovanja optičkih sistema koji u sebi sadrže asferične prelomne površine koje nisu rotaciono simetrične. U cilju projektovanja optičkih sistema najčešće se koristi lokalna optimizacija bazirana na metodi prigušenih najmanjih kvadrata. Na ovaj način se dolazi do optimalnih vrednosti za veličina kao što su radijusi krivina sočiva, njihova rastojanja i td. Optički sistemi se koriste za ne samo za objektivne raznih uređaja već se danas mogu sresti kod najrazličitijih uređaja kao što su sistemi za osvetljavanje, optičke komunikacije, detekciju, nišanske i osmatračke sprave, sistema za upravljanje vatrom, laserskih sistema (laserski daljinomer, laserski ozračivač cilja), termovizijskih sistema.

LITERATURA

1. Vretenar P., Osnovi tehnologije optičkih elemenata, Mašinski fakultet u Sarajevu, Sarajevo, 1988.
2. Weston F., Optika, Naučna knjiga Beograd, Beograd, 1963.
3. Landsberg G. S., Optika, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1967.

DESIGN AND OPTIMISATION OF OPTICAL SYSTEMS

Abstract

Contemporary technology and modern programs for design, analysis and optimisation of optical systems enables users to design all types of optical systems. The most important addition to optical systems design programs are the optimisation methods, out of which the damped least squares method, described in this paper, has the stressed simple concept. This is because in actual practice of experimental approach to optimisation basics, this concept exhibits the higher success in comparison to theoretical elaborates.

Key words: Optical systems, method of damped least squares, optimization, aberration.

29. JUPITER KONFERENCIJA
29th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



9. simpozijum

KVALITET

Beograd, februar 2003.

KVALITET QUALITY

Arsovski, Z., Milanović, I. INTEGRACIJA PROCESA NABAVKE U INTERNET AMBIJENTU U SKLADU SA SAHTEVIMA QMS-A.....	5.7
Dimitrijević, P., Vučićević, M., Radojević, M. PRIMERI VREDNOVANJA ULAZNIH PARAMETARA U PROCESU PROJEKTOVANJA.....	5.11
Ilić, Z. PROCEDURA ZA OCENJIVANJE USAGLAŠENOSTI DIREKTIVA EVROPSKE UNIJE.....	5.14
Majstorović, V. OSNOVE PROJEKTOVANJA I RAZVOJA TOTALNIH MENDŽMENT SISTEMA	5.1
Maračić, B., Arsovski, S. RAZVOJ DSS ZA MENDŽMENT TROŠKOVIMA KVALITETA.....	5.19
Romić, L. UPOTREBA RAČUNARA U KREIRANJU FINANSIJSKIH IZVEŠTAJA U FUNKCIJI POSLOVNE IZVRSNOSTI	5.23
Stoiljković, V., Stoiljković, P. IMPLEMENTACIJA SIX SIGMA U PROIZVODNE ORGANIZACIJE	5.27
Teslić Aleksić, M. METROLOŠKA SLEDIVOST - USLOV ZA KVALITET KRAJNJEG PROIZVODA	5.31
Veljić, M., Živković, D. SISTEM KVALITETA PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA PNEUMATSKIH SEJALICA	5.35
Žižović, M., Petrović, R., Nikolić, O. TRANSFORMACIJA INFORMACIJA KAO KRITERIJUM ZA VIŠEKTITERIJUMSKU OCENU SISTEMA KVALITETA.....	5.39

[← NAZAD](#)



OSNOVE PROJEKTOVANJA I RAZVOJA TOTALNIH MENADŽMENT SISTEMA

Uvodni rad

Prof. dr Vidosav D. MAJSTORVIĆ, dipl.maš.inž.
Mašinski fakultet, Beograd

Rezime: Današnja istraživanja u razvoju i unapređenju poslovne infrastrukture organizacija se kreće u pravcu standardizacije njenih menadžment sistema. Međutim u organizacijama funkcionišu i neformalizovani menadžment sistemi, koji zajedno sa formalizovanim menadžment sistemima, čine ukupnu menadžment infrastrukturu organizacije. Polazeći od ovoga, rad daje analizu ovih prilaza i prikazuje model projektovanja generičkog menadžment modela organizacije. On treba da bude osnova za gradnju totalnog menadžment sistema. Bazu za ova istraživanja čini TQM VM model, koji zadovoljava polazne zahteve za projektovanje generičkog menadžment modela organizacije.

Ključne reči: Standardizacija, Menadžment sistem, TQM VM model.

1. PROLOG

Na početku novog milenijuma sistemski prilazi unapređenju kvaliteta u organizacijama širom sveta, zasnivaju se na primeni modela QMS, TQM ili BE (poslovna izvrsnost). Polazeći od ovoga, razvoj standardizacije poslovnih procesa se kreće u smeru projektovanja, razvoja i primene modela za: *menadžment kvalitetom, životnom sredinom, zaštite zdravlja i bezbednosti zaposlenih, menadžment rizikom, upravljanja hazardnim procesima kao i primene dobre prakse u proizvodnji, laboratoriji, higijeni, čišćenju, pakovanju, čuvanju i transportu.* Znači, na jednoj strani imamo intezivni razvoj, primenu i *standardizaciju formalizovanih modela* za unapređenje kvaliteta proizvoda, dok na drugoj strani imamo druge, neformalizovane menadžment sisteme u organizaciji, koji nemaju tako intezivan razvoj iz ugla standardizacije.

Dosadašnja teorija i praksa menadžmenta organizacije definiše i daje odgovore na sledeća pitanja [1–13]: (i) kako projektovati, razviti i primeniti novi menadžment koncept organizacije, koji će biti kompatibilan sa razvojem standardizacije menadžment, poslovnih i tehnoloških procesa, i (ii) kako u već postojeće menadžment sisteme jedne organizacije integrisati nove, formalizovane prilaze unapređenja kvaliteta proizvoda. Dakle, cilj je projektovati, razviti i primeniti totalni menadžment sistem (TMS).

Imajući navedeno u vidu, ovaj rad daje originalni prilaz autora [4-7], razvoju modela za projektovanje totalnog menadžment sistema, kroz: (i) projektovanje modela totalnog menadžment sistema, i (ii) proveru koncepta ovog prilaza u našim uslovima. Takođe se na kraju rada daje i prikaz prve verzije standarda za integrisane menadžment sisteme (IMS).

2. POLAZNE OSNOVE TMS-a

Iskustvo od jednog veka, svetske teorije i prakse menadžment koncepta organizacije je generisalo četiri menadžment stila [1,3, 8-13]: (i) *rani menadžment stil se karakteriše sledećim modelima:* menadžment pomoću ciljeva i menadžment delegiranjem. Oni su zasnovani na jednodimenzionalnim principima upravljanja. Uspeh u primeni je ostvarivan kombinacijom nekih elemenata liderstva i menadžment metoda, (ii) *drugu generaciju čine tradicionalni menadžment modeli,* koji su bili fokusirani na centralnoj poslovnoj funkciji. Najpoznatiji prilazi se odnose na modele proizvodnog menadžmenta, menadžmenta nabavkom, menadžmenta marketingom, menadžmenta zaposlenima, menadžmenta informacionim sistemom, menadžmenta istraživanjem i razvojem. Mogući problemi u primeni ovog koncepta proizilaze iz uspostavljanja veza (interface) između različitih poslovnih funkcija (menadžment sistema).

Možemo konstatovati da je ovaj koncept danas najviše zastupljen u našoj zemlji, *(iii) menadžment modeli zasnovani na kroz - funkcionalnim procesima*. Ovde spadaju sledeći modeli: inovativni menadžment (IM), menadžment rizikom (RM), menadžment hazardnim procesima (HACPP), menadžment sistema kvaliteta (QMS), menadžment zaštitom životne sredine (EMS), menadžment zaštitom zdravlja i bezbednošću zaposlenih (OHSMS), menadžment totalnim kvalitetom (TQM). Osnovna karakteristika ovih modela je, da je većina od njih standardizovana (formalizovana), i *(iv) menadžment modeli koji povezuju nivoe organizacije*: operativni, strategijski i normativni menadžment. Navedeni menadžment nivoui su okrenuti različitim vremenskim horizontima planiranja, nivoima kompleksnosti i kompetentnosti odluka. Operativni menadžment se karakteriše odlukama koje važe u kraćem vremenskom intervalu a odnose se na deo organizacije. Odluke strategijskog menadžmenta važe za duži vremenski period i za celu organizaciju, dok su normativne odluke bez specificiranog vremenskog horizonta ali sa fundamentalnim značenjem za organizaciju.

Kada se izvrši detaljna komparacija razvoja teorije menadžmenta i TQM prilaza iz ugla menadžmenta, kao osnove za projektovanje i razvoj TMS-a, doći ćemo do sledećih prilaza [8–13]: *(i) F. Taylor* – naučni menadžment / menadžment na osnovu činjenica, alati i tehnike TQM-a za rešavanje problema, *(ii) H. Fayol* – planiranje i organizacija / menadžment poslovnim procesom, *(iii) M. Weber* – teorija ekonomske i socijalne organizacije / liderstvo, uključivanje zaposlenih i performanse menadžmenta, *(iv) A. Sloan* - decentralizovana i multi-divizionarna organizacija / menadžment i reinženjering poslovnim procesima, *(v) E. Mayo* – Hawthorne eksperiment / motivacija i zadovoljstvo zaposlenih, *(vi) D. McGregor* – humana strana poslovanja / motivacija, uključivanje i participacija zaposlenih, *(vii) P. Drucker* – decentralizacija, liderski menadžment i okrenutost rezultatima / liderstvo, raspoređivanje cilja i usresređenost na proces, *(viii) M. Belbin* – karakteristike tima / dinamika tima i timski rad, *(ix) C. Handy* – interna kulture / kultura, vrednosti i komunikacija, *(x) J. Adair* – liderstvo / liderstvo i ovlašćenja, i *(xi) H. Mintzberg* – liderstvo, strateško planiranje i menadžment / liderstvo, vizija, misija i raspoređivanje politke.

Možemo zaključiti da ova analiza pokazuje da postoji *vrlo visoka korelacija između razvijenih i primenjenih menadžment koncepata i TQM infrastrukture* i njenih elemenata. Ove činjenice govore da i pri projektovanju TMS-a, treba uzeti kao osnovu za to TQM model, što je i naš koncept koji se u ovom radu izlaže.

Posmatrajući organizacije sa sertifikovanim QS / QMS-om, one takođe imaju i druge (neformalizovane) menadžment sisteme, koji su manje strukturisani, a mnoge od njih rade na njihovom povezivanju u jednu celinu / sistem. *Dosadašnje analize u primeni su pokazale da parcijalni menadžment sistemi smanjuju internu kompleksnost ali povećavaju mogućnost konflikta i smanjuju efektivnost organizacije*. Zbog toga, unapređenje i integracija menadžment sistema sa različitim aspektima menadžmenta u totalni menadžment sistem će biti jedna od ključnih karakteristika organizacija u novom milenijumu.

Znači, možemo konstatovati da je današnji trend u svetu, razvoj formalizovanih modela za parcijalne menadžment sisteme, kao što su: ISO 9001 : 2000 (QMS), ISO 14001 (EMS), ISO 18001 (OHSAS), BS 6079 (RM), HACCP, GMP, GLP, GHP, GCP, GPP i GTP. Pored ovih u organizacijama egzistiraju i nerfolmalzovani (nestandardizovani) parcijalni menadžment sistemi, kao što su: finansije, kadrovi, kupci, informacioni sistem, računovodstvo, inovacije, logistika, marketing i drugi. Polazeći od svega navedenog, *totalni menadžment sistem organizacije predstavlja jedinstveni menadžment model koji obuhvata: opšte menadžment modele (neformalizovane parcijalne menadžment sisteme) i formalizovane (standardizovane) parcijalne menadžment modele.*

U svetu se danas koriste tri načina projektovanja, razvoja i primene totalnog menadžment sistema u organizaciji, a to su: *(i) dodavanje*, *(ii) nadgradnja*, i *(iii) integracija* [1-5, 8-13]. Prvi prilaz (*dodavanje*), polazi od toga da organizacija za formalizovane menadžment modele razvija posebnu dokumentaciju. Njihov sadržaj (elementi) i poređenje parcijalnih sistema (struktura) se daje preko *jedinstvene referenc liste zahteva* ovih standarda za koje je organizacija sertifikovana. Konflikti u funkcionisanju i sadržaju ovih sistema se ispravljaju, a svaki od njih se posebno

održava. Drugi prilaz (*nadgradnja*) se zasniva na tome da organizacija uzme *opšti menadžment model* ili neki od parcijalnih menadžment sistema kao osnovu za izgradnju jedinstvenog modela totalnog menadžment sistema. Bazu ovog povezivanja čini dokumentacija, koja je jedinstvena (zajednička) na nivou radnih instrukcija, a na nivou procedura i poslovnika ima zajedničke elemente. Tako dobijamo model totalnog menadžment sistema u kome su parcijalni sistemi lako prepoznatljivi. Treći prilaz (*integracija*) se zasniva na tome, da *organizacija razvija generički menadžment sistem* kao sopstveni opšti menadžment sistem koji će obuhvatati neformalizovane i formalizovane menadžment modele. Sam proces integracije nije lak, a posebno zbog različite strukture formalizovanih menadžment modela i njihovog razvoja kao međunarodnih standarda (na primer QMS). Sledeći problem ovog prilaza je projektovanje, razvoj i primena *generičkog menadžment modela* za organizaciju.

Može se konstatovati da se sada otvara problem razvoja standarda za integrisane menadžment sisteme. Svaka poslovna aktivnost ima ključni proces na osnovu koga se generiše, organizuje, planira, izvodi i kontroliše proizvod, odnosno stvara dodatna vrednost na izlazu. Kako se kvalitet generiše u ovim prilazima? Ključni proces u organizaciji najčešće mora biti podržan uslugama (funkcijama) planiranja, projektovanja, finansija, održavanja, nabavke, itd. Znači potrebno je standardizovati menadžment procese u svim navedenim celinama. Svaki menadžment sistem zahteva predstavnika rukovodstva, preispitivanje menadžmenta, politiku, dokumentaciju, audit, korektivne i preventivne akcije, unapređenja. Ovo znači da u osnovi integrisanog menadžment modela treba da budu zajednički elementi ovih celina. Zato je potrebno definisati najvažniji generički / integrišući menadžment sistem koji će biti osnova za razvoj ovog standardizovanog koncepta.

Na kraju ove analizu možemo izvesti sledeće zaključke: (i) svaka organizacija mora da definiše sopstveni strateški plan razvoja totalnog menadžment sistema, i (ii) da projektuje sopstveni generički menadžment model, koji će biti osnova za razvoj njenog totalnog menadžment modela.

3. PROJEKTOVANJE IMS – a – JEDAN PRILAZ

Rezultati istraživanja u ovoj oblasti, do kojih se došlo na Mašinskom fakultetu u Beogradu u Laboratoriji za proizvodnu metrologiju i TQM [5-7], omogućuju da se definišu sledeće činjenice. Prvo, pri projektovanju *generičkog modela organizacije*, treba definisati njegove ulazne zahteve, koji se mogu podeliti na dve grupe: (i) *interni* (smanjenje troškova razvoja, primene i održavanja, baza integracije, niži troškovi sertifikacije, smanjenje potrebne dokumentacije, veća transparentnost poslovnih procesa), i (ii) *eksterni* (sertifikacija, ispunjenje zahteva interesnih grupa, transparentnost poslovanja, veća kompetitivnost organizacije).

Zato polazni element kao efektivan alat za uspostavljanje osnove i zadovoljenje zahteva za projektovanje, razvoj i primenu generičkog menadžment modela organizacije predstavlja *više nivovski model (strateških) ciljeva vizije, misije i procesa organizacije* [4,5]. Raspoređivanje (deployment) ciljeva u ovom modelu se vrši: (i) *po horizontali* (formalizovanih / neformalizovanih menadžment sistemima), i (ii) *vertikali* (od top-menadžmenta do svakog zaposlenog. Možemo zaključiti da *strukturisani višenivovski model ciljeva organizacije predstavlja baznu metriku za primenu totalnog menadžment sistema*.

Naša istraživanja pokazuju da okvirni model za projektovanje totalnog menadžment sistema, može da predstavlja TQM VM model [6], jer sadrži polazne zahteve i to: (i) *strateške ciljeve, viziju i misiju organizacije*, date preko paradigmi TQM VM modela (kvalitet proizvoda vođen zahtevima i očekivanjima kupca, liderstvo menadžera i menadžmenta, motivacija zaposlenih i njihovo zadovoljstvo, menadžment na osnovu činjenica, razvoj i unapređenje partnerskih odnosa, kontinualno unapređenje, inovacije i učenje, kvalitet projektovanja i projektovanje za kvalitet, javna odgovornost organizacije i njena okrenutost ka postizanju poslovne izvrsnosti i pogled u budućnost - razvoj), (ii) *strukturu (glavne kriterijume, podkriterijume i zahteve), koja je okrenuta eksternim i internim zahtevima za totalni menadžment sistem*. Zbog toga na primer, TQM VM model u svojoj strukturi, *direktno i indirektno, obuhvata sve formalizovane menadžment sisteme* (QMS, EMS, HACPP, OHSAS, RM,...), a sa druge strane je na nivou zahteva povezan sa elementima

neformalizovanih menadžment sistema kao što su: informacioni sistemi, finansije, kupci, isporučioци, razvoj, marketing, održavanje i drugi. Posebno u ovom domenu on podržava procesni model u organizaciji, kao bazni model QMS - a i nov menadžment stil, koji na isti način posmatra procese u različitim menadžment sistemima [7-11], čime se oni stavljaju u poziciju da budu *jezgro integracije* u totalni menadžment sistem, *(iii) ima razvijen model (samo)ocenjivanja*, čime daje parametre za planiranje i realizaciju ovog projekta (totalnog menadžment sistema) u organizaciji, kao i dostignuti nivo primene i *(iv) definisan je i kao model za poslovnu izvrsnost* (TQM VM model), čime organizaciji, koja ga koristi kao bazu za *generički menadžment model*, daje osnovu za benchmarking analize (interni - ocenu u primeni i eksterni - za nagradu za poslovnu izvrsnost).

Posmatrano iz navedenih uglova, a iz prizme TQM VM modela, kao polazne osnove za izgradnju generičkog menadžment modela organizacije [2,4], mogu se definisati sledeće faze projektovanja, razvoja i primene totalnog menadžment sistema, koje obuhvataju: *(i) definisanje jedinstvene politike za totalni menadžment sistem*, koja će obuhvatati strateške ciljeve za formalizovane / neformalizovane menadžment sisteme. Ona predstavlja okvir za primenu ovih sistema i bazu za definisanje ciljeva, koji se ostvaruju primenom totalnog menadžment sistema, *(ii) planiranje za primenu generičkog modela menadžment sistema* a zatim njegovih neformalizovanih / formalizovanih menadžment modela. Planiranje procesnog menadžment sistema je polazna osnova za primenu generičkog menadžment modela u praksi, *(iii) projekat primene generičkog menadžment modela*. Ovaj projekat se radi prema modelu ISO 10006 standarda, koji obuhvata: definisanje modela, dokumentovanje, međusobno povezivanje formalizovanih / neformalizovanih menadžment modela, upravljanje dokumentacijom, upravljanje procesima i obuka zaposlenih. Za ove namene preporučuje se standard ISO 10015, *(iv) provera i korektivne akcije projektovanog generičkog menadžment modela*, koja obuhvata: proveru projektovanih procesa i njihovih interface-a, proveru liste kroz - funkcionalnih zahteva i njihovog dokumentovanja na nivou formalizovanih menadžment sistema i razvoj modela totalnog audita, *(v) model preispitivanja totalnog menadžment sistema* treba razviti polazeći od ISO 19011, ali u ovom slučaju se preporučuje i korišćenje razvijenog modela (samo)ocenjivanja u TQM VM modelu [6]. Ove modele treba nadgraditi sa zahtevima za RM, HACCP, GMP, GLP, GHP, itd. Tako se na ovaj način se izgrađuje specifični, organizaciji definisan model preispitivanja totalnog menadžment sistema, okrenut pre svega ostvarivanju poslovne izvrsnosti, i *(vi) kontinualno unapređenje uspostavljenog sistema totalnog menadžment sistema*. Možemo konstatovati da ovaj model proističe iz TQM VM modela, gde je ugrađen kao *njegov glavni kriterijum*, čime se obezbeđuje da i ovaj model ima parametre za benchmarking analize organizacije.

Na ovaj način, konsekvntno primenjujući navedene etape, u organizaciji se projektuje, razvija i primenjuje generički menadžment model, iz koga se na bazi integracije procesa, formalizovanih / neformalizovanih menadžment sistema, vrši i informaciona integracija, iz koje proizilazi model totalnog menadžment sistema organizacije. Osnovu informacione integracije čini internet/intranet digitalni koncept organizacije.

Važno je konstatovati da je izloženi koncept proveren u praksi [4-7]. Dobijeni rezultati su pokazali ispravnost navedenog prilaza. Ovo se posebno odnosi na poslovno-proizvodne sisteme iz farmaceutske industrije, koji kod nas predstavljaju leaderske organizacije za primenu TMS-a. Tako se stvaraju osnove i za razvoj novih generacija poslovnih sistema u našoj zemlji. Bazna strategija za njihovo poslovanje je pre svega visok kvalitet njihovih proizvoda.

4. EPILOG – PRAVCI STANDARDIZACIJE IMS-a

Unapređenje postojeće i razvoj nove privredne saradnje naše zemlje sa organizacijama iz visoko razvijenih zemalja, zahteva od naših organizacija, ne samo visok kvalitet proizvoda već i njihovu transparentnu menadžment i vlasničku strukturu. Nju je prvenstveno moguće izgraditi primenom i integracijom formalizovanih i neformalizovanih menadžment sistema u njoj, polazeći od generičkog menadžment modela. Na ovaj način i u ovoj oblasti možemo da budemo ravnomerni partneri, a ne inferiorni posmatrači, globalnih privrednih tokova. Ovo posebno važi za vlasničku

transformaciju strateških organizacija iz naše privrede, kao što su: telekomunikacije, elektro sistem i farmaceutska industrija. Polazeći od svega ovoga, posebnu pažnju, prema autorovom mišljenju treba obratiti na organizacije iz farmaceutske, procesne, konditorske i industrije hrane u prihvatanju ovih prilaza, koji im omogućuje što bolje pozicioniranje na globalnom tržištu.

Sa druge strane već se najavljuju standardi za integrisane menadžment sisteme [13], koji polaze od QMS kao osnove za integraciju i razvoj totalnog menadžment sistema. Oni predstavljaju vezu između fleksibilnog frameworka baznih elemenata i dodatnih zahteva za pojedine menadžment sisteme. Kad kažemo "fleksibilni" šta pod tim podrazumevamo? Ovde se misli na to da svaka organizacija sama izabere svoje "jezgro" integracije, koje će biti nadograđivano elementima ostalih menadžment sistema, čime će se dobiti sopstveni model integrisanog menadžment sistema. Dakle i draft verzija ovih standarda polazi od "jezgra" integracije. To je ISO 9000 (sada QMS), koji predstavlja bazu za razvoj organizacije orjentisane kulturi kvaliteta. Ova verzija koristi menadžment model ciklusa kontinualnih unapređenja, koji se zasniva na PDCA konceptu. On se satoji od delova A i B, koji definišu zahteve za jedanaest različitih menadžment sistema u organizaciji. Deo A, koji se naziva i glavnim delom standarda, sadrži obavezne delove (elemente) integrisanih menadžment sistema. Oni se odnose na primenu i kontinualna unapređenja zajedničkih elemenata integrisanih menadžment sistema. Deo B sadrži dodatne elemente menadžment sistema ponaosob. Dakle, koristeći "jezgro" integracije iz ovih standarda, mi možemo uz pomoć korelacije, veze unakrsnih elemenata i integracije, povezivati elemente menadžment sistema, gradeći kostur integrisanog menadžment sistema naše organizacije. Kao i kod QMS osnovu modeliranja čine menadžment procesi. Glavna struktura ovih standarda je slična sa ISO 9001 : 2000 iz ugla menadžment modela.

Deo A sadrži šest glavnih celina koje se odnose na: (i) uvod, koji opisuje šta se pod IMS podrazumeva, i daje dodatne informacije kako se on može koristiti, (ii) zahtevi za IMS se opisuju u ovom delu, kroz specifikaciju svih njegovih elemenata, (iii) odgovornost menadžmenta je adresirana na top menadžment. Ovde se definišu odgovornost i ovlašćenja, način uspostavljanja politike i ciljeva, kao i njihova realizacija, (iv) postupak primene i primena se opisuju u ovom poglavlju. Sve ovo se daje iz ugla efektivne primene zahteva IMS-a, (v) ovo poglavlje definiše zahteve za razvoj modela merenja i unapređenja, preko uspostavljenih procedura za to. Odgovore na ove zahteve kao i definisanje ovih modela možemo naći u primenjenim procedurama inspekcije, kontrole, internih audita, internih i eksternih komunikacija, korektivnih i preventivnih akcija, (vi) preispitivanje menadžmenta daje okvir za ispitivanje pogodnosti, adekvatnosti i efektivnosti IMS-a.

Deo B sadrži zahteve za dodatne različite menadžment sisteme, koji čine ukupnu strukturu IMS-a, i to: (i) sistem menadžmenta zaštitom životne sredine definiše zakonske zahteve za zaštitu okoline kao i interne ciljeve organizacije, koji se odnose na istu problematiku, (ii) menadžment sistema za bezbednost i zaštitu zdravlja zaposlenih daje okvir za izgradnju modela za ispunjenje zakonskih zahteva i pravnih normi u identifikaciji potencijalnih hazardnih situacija i uspostavljanje akcionih planova za njihovo sprečavanje i kontrolu, (iii) sistem menadžmenta kupcima uspostavlja model za identifikaciju, merenje i optimizaciju zadovoljstva kupca, (iv) sistem menadžmenta ljudskim resursima definiše zahteve za obrazovanjem i iskustvima zaposlenih kao i ispunjenju njihovih očekivanja (zadovoljstva), (v) sistem menadžmeta nabavkom, definiše zahteve za uspostavljanje modela identifikacije i menadžmenta najvažnijim isporučiocima od uticaja na procese organizacije kao i razvoj dogoročnih odnosa sa njima, (vi) sistem menadžmeta projektom definiše zahteve za efektivno upravljanje projektima, (vii) menadžment inovacijama se odnosi na uspostavljanje, razvoj i sistem motivacije zaposlenih da daju ideje za nove proizvode, (viii) sistem menadžmeta razvoja i projektovanja ima za cilj da minimizira rizik razvoja novog proizvoda / usluge pod kontrolisanim uslovima, (ix) sistem menadžmenta zaštite informacionog sistema obezbeđuje zaštitu informacija od rizika zloupotrebe. On takođe obezbeđuje raspoloživost, integritet i pouzdanost informacija, (x) sistem menadžmenta etičkim normama obezbeđuje da organizacija proizvodi i plasira proizvode / usluge, ima odnose sa kupcima i svojim zaposlenima, kao i sa društvom koji su u potpunoj saglasnosti sa etičkim pravilima i društvenim normama, i (xi) menadžment znanjem definiše procedure know-how u organizaciji, radi optimizacije njenog intelektualnog kapitala.

Dakle, ovo su ključni menadžment sistemi, obuhvaćeni ovim standardom, kojima se mora upravljati prema njegovim zahtevima, koji moraju biti dokumentovani, kontinualno unapređivani i preispitivani.

Takođe, organizaciji se ostavlja na slobodu da izabere osnovu od koje će početi sa primenom zahteva IMS-a, vodeći računa o njihovom ispunjenju iz ugla politike i kulture same organizacije. Međutim, usaglašavanje u razvoju IMS-a, koje može nastati ispunjenjem zahteva za pojedine menadžment sisteme, najbolje se može prevazići auditima. Ovo znači da je sledeći zadatak u razvoju standarda IMS-a, razvoj modela audita za njega. Ovaj model terba da olakša njegovu primenu, tako što će da poveća njegovu efektivnost, kao i jednostavnost i uniformnost.

Današnji menadžment modeli organizacija se kreću u pravcu razvoja i primene cross-funkcionalnih tipova organizovanja, sa povezivanjem različitih specijalnosti unutar organizacije. Ovaj standard treba da omogući i razvoj jedinstvene terminologije za navedene menadžment sisteme. Ona pre svega treba da omogući da se jedinstveni ciljevi koji se prožimaju kroz različite menadžment sisteme bolje razumeju, prate i proveravaju. Primena ovog standarda zahteva i novu menadžment strukturu organizacije, što je posebno pitanje primene ovih standarda.

Mora se na kraju reći da većina postojećih organizacija ne prepoznaje sve menadžment sisteme iz ovog modela. To se pre svega odnosi na menadžment znanjem, koji na primer ne može da se modelira procesima, dokumentacijom i procedurama. Zato novi standard za IMS mora da posveti posebnu pažnju integraciji u implementaciji ovog menadžment modela.

REFERENCE

- [1]. Seghezzi, H., *Total Management Systems*, University of St. Gallen, St. Gallen, 2001.
- [2]. Demeny, P., *Computer - Aided Integrated Management System*, Proceedings of 44th EOQ Congress, pp. 153-157, Budapest, 2000.
- [3]. Schweickardt, S., Seghezzi, H., *Integrating Quality Management into Business Management*, Proceedings of 44th EOQ congress, pp. 141-148, Budapest 2000.
- [4]. Majstorović, V., Pitašević, Lj., *Integrirani menadžment sistemi - dobra proizvođačka i dobra laboratorijska praksa*, Časopis "Menadžment totalnim kvalitetom", Vol. 29, No. 1, str.51-54, Beograd, 2001.
- [5]. Majstorović, V., *Integrirani menadžment sistemi*, Mašinski fakultet, Beograd, 2001.
- [6]. Majstorović, V., *Model menadžmenta totalnim kvalitetom*, Poslovna politika, Beograd, 2001.
- [7]. Majstorović, V., *Totalni menadžment sistem*, Časopis "Menadžment totalnim kvalitetom", Vol. 29, No. 2, str. 43 – 45, Beograd, 2001 .
- [8]. Wilkinson, G., Dale, B., *Management System Standard – The Key Integration Issues*, Manchester School of Management, UMIST, Manchester, 2002.
- [9]. Wiele, T., Brown, A., *ISO 9000 Series Certification Over Time: What Have We Learnt ?*, Report Series – Research in Management, ERIM Institute of Management, Rotterdam, 2002.
- [10]. Dale, G., et all, *Total Quality Management and Theory: An Exploratory Study of Contribution*, International Journal "Total Quality Management", Vol.12, No.4, pp. 439 – 449, 2002.
- [11]. Simon, A., et all, *Generative and Case Study Research in Quality Management – Part 1: Theoretical Considerations*, International Journal "Quality & Reliability Management", Vol 18, No. 1, pp. 32 – 42, 2002.
- [12]. Thomas, C., *Quality in the Knowledge Society*, Proceedings of the 46th EOQ Congress, pp. 244-250, Harrogate, 2002.
- [13]. Crompton, B., *Effective Leadership and Total Quality Management – A New Way of Managing*, Pergamon Press, New York, 2003.

DESIGN BASE AND DEVELOPMENT TOTAL MANAGEMENT SYSTEMS

Summary: Today researches and development and improvement of an organization's business infrastructure is oriented towards the standardization of its management systems. In the meantime in organizations in addition to formalized management systems there also function non-formalized management systems which jointly form their total management structure. Therefore the paper analyzes such approaches and discusses the design of generic management model an organization. He is base for development of total management system. The base for these researches are TQM VM model which satisfies initial requirements for design of generic management model organization.

Key words: Standardization, Management System, TQM VM Model.



Prof. dr Zora Arsovski, dipl. ing.¹, Igor Milanović, dipl. ing.²

INTEGRACIJA PROCESA NABAVKE U INTERNET AMBIJENTU U SKLADU SA ZAHTEVIMA QMS-A

Rezime

Primena savremenih metoda planiranja, analize i projektovanja informacionih sistema za procese nabavke korišćenjem CASE alata i Internet tehnika i tehnologija, uz uvažavanje zahteva QMS-a, predstavlja neophodan preduslov za primenu koncepta reinženjeringa u poslovnim sistemima i integraciju ovih procesa sa internim i eksternim okruženjem. Poslovni sistemi na taj način povećavaju fleksibilnost sveukupnog poslovanja, prilagođavaju se potrebama kupaca i "oštro reaguju" na neispunjenje obaveza isporučilaca. Realno veliki broj procesa funkcije nabavke koji se modeliraju ukazuje na neophodnost izbora esencijalnih, odnosno ključnih procesa koji utiču na kvalitet i efikasnost komunikacija funkcije nabavke sa okruženjem. Ti procesi se posebno analiziraju sa aspekta ulaza, izlaza, metoda, tehnika, standarda, upravljanja i odgovornosti, i pri tome redizajniraju u skladu sa ciljevima i potrebama poslovnih sistema uz uvažavanje mogućnosti i dostignutog nivoa informacionih tehnologija. U radu je dat jedan od mogućih pristupa rešavanju problema reinženjeringa i efikasnije integracije procesa nabavke u Internet ambijentu.

1. UVOD

Dinamičan razvoj tržišta i konkurencije postavlja pred menadžment organizacije kompleksan zadatak kontinuiranog unapređenja fleksibilnog poslovanja u skladu sa zahtevima kupaca kao imperativom opstanka na tržištu. Analizirajući organizaciju u modernim uslovima poslovanja, nedvosmisleno se dolazi do zaključka da funkcija nabavke ima značajnu ulogu u poboljšanju njene konkurentnosti, efikasnosti i profitabilnosti.

Visoko učešće nabavljenih repromaterijala u finalnim proizvodima dovodi do njihovog znatnog uticaja na kvalitet, a time i na zadovoljenje krajnjih potrošača – kupaca. S druge strane, visoke vrednosti troškova nabavke direktno utiču na poslovne rezultate organizacije, pa je i izbor odgovarajućih isporučilaca i uspostavljanje saradnje sa njima od izuzetnog značaja.

Pošto predstavlja prvu kariku u lancu kreiranja nove vrednosti, uloga funkcije nabavke je da izvrši analizu tržišta i konkurencije, uspostavi dugoročnu saradnju sa prethodno rangiranim isporučiocima na partnerskoj osnovi, definiše jasno utvrđene ciljeve te saradnje, pravovremeno obezbedi odgovarajuće količine repromaterijala na osnovu planiranih količina i zahtevanog kvaliteta, vrši stalnu kontrolu prijema i kvaliteta isporučenih repromaterijala, rešava eventualne reklamacije i konfliktno situacije i vrši stalno merenje i analizu performansi u cilju stalnog unapređenja kvaliteta.

S obzirom na ovaku definisanu ulogu funkcije nabavke u organizaciji može se konstatovati da su obaveze isporučioaca prema funkciji nabavke jasno definisane i zahtevaju od isporučioaca da stalnim unapređenjem kvaliteta svojih usluga i repromaterijala izbori pozicije na tržištu u odnosu na konkurenciju. U suprotnom će biti eliminisan iz kruga kandidata za saradnju, a njegovo mesto će zauzeti kvalitetniji i fleksibilniji konkurenti spremniji za izazove.

Imajući u vidu ciljeve organizacije za efikasnom komunikacijom sa poslovnim partnerima, osnovnu eksternu ulogu pod sistema nabavke u organizaciji za stratejskim opcijama obezbeđivanja ulaznih resursa i operativnim kratkim nabavkama neophodnih resursa, kao i trend razvoja informacionih tehnologija, potrebno

¹ **Dr Zora Arsovski**, dipl. ing., vanredni profesor Ekonomskog fakulteta Univerziteta u Kragujevcu, 34000 Kragujevac, Đure Pucara Starog 3, tel.: 034/303-571, e-mail: arsovski@infosky.net

² **Igor Milanović**, dipl. ing., asistent-pripravnik Ekonomskog fakulteta Univerziteta u Kragujevcu, 34000 Kragujevac, Đure Pucara Starog 3, tel.: 034/303-572, e-mail: djidjigk@eunet.yu

je definisati viziju, misiju, dugoročne i kratkoročne ciljeve, strategije, politike, planove i kritične faktore uspeha koji predstavljaju katalizatore za definisanje poslovnih procesa, događaja i informacija.

Osnovni zadatak menadžmenta jeste da identifikuje, a zatim upravlja, glavnim i pomoćnim procesima u okviru globalnog zadatka funkcije nabavke, primenjujući u njegovoj realizaciji savremenu informacionu infrastrukturu. ISO 9001:2000 definiše proces kao skup međusobno povezanih ili interaktivnih aktivnosti koje transformišu ulaze u izlaze, a "procesni pristup" kao sistematičnu identifikaciju i menadžment procesima koji se koriste u okviru organizacije, a posebno vezama između tih procesa.

Da bi prihvatila i implementirala sistem menadžmenta kvalitetom funkcija nabavke mora da analizira zahteve QMS-a, identifikuje i analizira procese koji će zadovoljiti kandidate za automatizaciju, izvrši izbor ključnih procesa, planira resurse za njihovu realizaciju (ulazi, izlazi, upravljanje, ograničenja, skladišta podataka, hijerarhija procesa) i dizajnira model procesa kao polaznu osnovu za sprovođenje postupka uvođenja sistema menadžmenta kvalitetom uz uvažavanje tehnika, standarda i tehnologija koje će se koristiti za buduće načine izvođenja procesa.

U narednoj fazi potrebno je model procesa pretočiti u model podataka koji predstavlja osnovu za implementaciju informacionog sistema pomoću kojeg se vrši automatizacija, praćenje, merenje, kontrolisanje, analiza i poboljšanje ključnih procesa nabavke.

Novo mogućnosti koje nudi koncept reinženjeringa omogućavaju funkciji nabavke direktan kontakt sa isporučiocima putem Interneta. To znači da je procese ugovaranja, naručivanja, fakturisanja, prijema, kontrole, verifikacije, validacije i reklamacije proizvoda sada moguće brže, efikasnije i pouzdanije obavljati uz minimizaciju pratećih troškova.

2. ZAHTEVI QMS-A

Standarde serije ISO 9000 donela je 1987. godine Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO - International Standard Organization). Prva revizija ovih standarda bila je 1994. godine, a rezultat druge, tzv. "velike revizije" je ISO 9001:2000. Glavna razlika između poslednje dve verzije je da je standard iz 1994. godine bio baziran na modelu životnog ciklusa, dok je standard 9001:2000 baziran na procesnom modelu. Svi ovi standardi zahtevaju od organizacija da uvedu i održavaju QMS koji će osigurati da njihovi proizvodi/usluge zadovoljavaju potrebe i zahteve kupaca/korisnika usluga, čime se u prvi plan stavlja kupac/korisnik usluga.

Sistem menadžmenta kvalitetom (QMS - Quality Management System) kao savremeni sistem menadžmenta respektuje značaj informacija i informacionih sistema i istovremeno definiše različite zahteve i potrebe nad postojećim procesima ili pak zahteva projektovanje i uvođenje novih procesa koji će adekvatno i efikasno realizovati zahteve QMS-a.

Zahtevi QMS-a koji se odnose na funkciju nabavke mogu se grupisati na posebne (tačka 7.4 nabavka) i opšte (tačke 5.5.1 odgovornosti i ovlašćenja, 5.5.3 interno komuniciranje, 5.6.2 ulazni elementi preispitivanja, 5.6.3 izlazni elementi preispitivanja i 8.2.3 praćenje i merenje performansi procesa).

3. DIZAJNIRANJE I INTEGRACIJA PROCESA

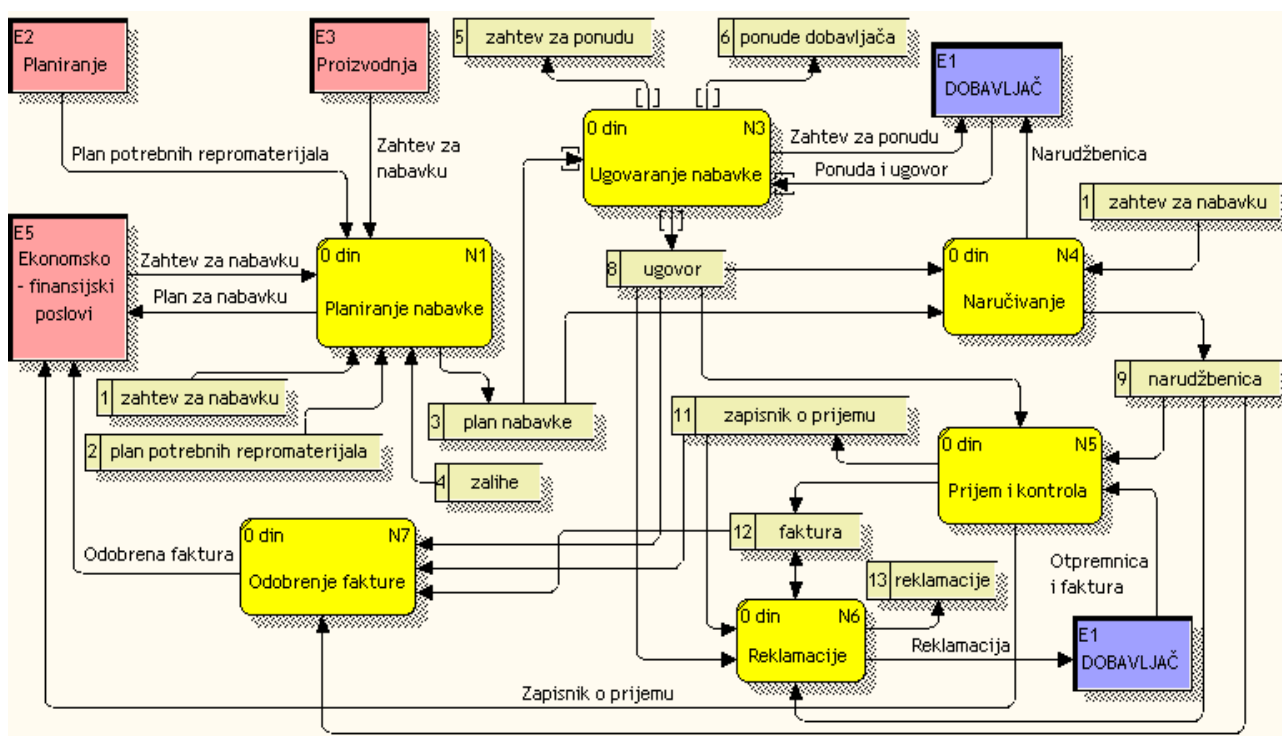
Imajući u vidu ciljeve poslovnih sistema za efikasnom komunikacijom sa poslovnim partnerima, osnovnu eksternu ulogu podsistema nabavke u preduzeću za strategijskim opcijama obezbeđivanja ulaznih resursa i operativnim kratkim nabavkama neophodnih resursa, kao i trend razvoja informacionih tehnologija, primenom BSP, SSA i OOA metoda analiziraju se procesi kandidati za automatizaciju, vrši se njihov izbor, planiraju se resursi za njihovu realizaciju (ulazi, izlazi, upravljanje, odgovornost, ograničenja, skladišta podataka, hijerarhija procesa) i dizajnira **model procesa** uz uvažavanje tehnika, standarda i tehnologija koje će se koristiti za buduće načine izvođenja procesa. Na slici 1 prikazan je primer dizajniranog modela procesa (kontekstni dijagram) za upravljanje procesima nabavke u proizvodnim poslovnim sistemima.

Zahtevi poslovanja (brzina reagovanja, transparentnost procesa, tačnost i pouzdanost dobijenih informacija) zahtevaju da se aplikacije (aplikativni softver) realizuju zajedno. Iako je to "stari" zahtev, koji se delimično ispunjavao, tek sa pojavom novih **Internet** tehnologija može se govoriti o integraciji aplikacija preduzeća (EAI - Enterprise Application Integration). EAI predstavlja kreiranje poslovnih rešenja komunikacijom "starih" i "novih" aplikacija, korišćenjem zajedničkog srednjeg sloja (**middleware**).

Middleware je softver nezavistan od aplikacija koji omogućava povezivanje aplikacija. Na taj način ostvaruju se:

- *bolje relacije sa isporučiocima,*
- *podrška ojačavanju lanaca snabdevanja,*

- podrška ključnim internim procesima,
- podrška bržem razvoju i uvođenju novih aplikacija.



Slika 1. Kontekstni dijagram za podsistem NABAVKE

Posebno je važno, zbog potrebe unapređenja veza sa partnerima, ostvariti integraciju informacija preko integracije informacionih sistema. Za podršku razmeni informacija razvijen je standard XML (Extensible Markup Language) i to posebno za integraciju tipa B2B (Business - to - Business). XML je standard za komunikaciju informacija između aplikacija, kako na relaciji B2B, tako i unutar preduzeća. On omogućuje definisanje sadržaja informacija koje teku između aplikacija i značajno redukuje napor potreban za definisanje i održavanje komunikacionih aplikacija.

Savremeni softverski paketi kao npr. ERP (Enterprise Resource Planning) i Oracle koriste ovaj koncept integracije aplikacija, posebno u Internet ambijentu.

Da bi se olakšalo programiranje aplikacija razvijen je API (Application Programming Interface). To je mehanizam kojim aplikacija pristupa svojim podacima ili funkcijama.

4. ARHITEKTURA IS

Okruženje otvorene arhitekture u kome se nalazi audio industrija dugo je bilo nezamislivo u IT industriji. Konačno, pojavom otvorene arhitekture Internet i Intranet tehnologija i to postaje moguće.

Softver klijenta je postao web pretraživač koji funkcioniše kao klijent koji automatski downloaduje Javu ili ActiveX kod po potrebi. Klijent/server alati nude dve opcije, od kojih se svaka može izvršiti na bilo kom terminalu koji može pokrenuti pretraživač ili XML kod:

1. Obradu podataka korišćenjem ulaza preko klijenta u obliku web forme sa dinamičkim XML stranama predstavljajući izlazne rezultate u standardnom formatu web pretraživača, ili
2. Obradu podataka korišćenjem ulaza preko klijenta u obliku klijent/server ekrana sa specijalno dizajniranim izlaznim ekranima kreiranim pomoću klijent/server razvojnih alata. Ovo opciono klijent okruženje prepoznaje XML i dinamički ga prevodi i prezentuje izlaz korišćenjem specifičnih ekrana.

Ovi klijent/server razvojni alati omogućavaju transparentni pristup serverima baza podataka korišćenjem HTML zahteva za pristup. Nakon toga, serveri baza podataka obrađuju ove zahteve transparentno koristeći konvencionalne jezike, Javu ili ActiveX da bi pristupili željenim novim ili starim bazama podataka. U praksi mogu biti odvojeni serveri ili mainframeovi.

Web serveri se u ovom slučaju ponašaju kao serveri aplikacija izvršavajući Javu, ActiveX ili konvencionalni kod kao deo srednjeg nivoa troslojne klijent/server logičke distribucije sa serverima baza

podataka koji takođe izvršavaju Javu, ActiveX ili konvencionalni kod u trećem nivou. Server automatski šalje zahtev isporučiocima i generiše jednosatne izveštaje o najnovijim (ažurnim) cenama robe svakog isporučioaca, statusu isporuka, stanju kvaliteta, stanju zaliha i dr.

Web servisi su centralno mesto nove generacije Internet aplikacija. To su, uprošćeno govoreći, aplikacije instalirane na računaru dostupnom sa Interneta kojima se pristupa standardnim Internet protokolom (HTTP-om) i sa kojima se informacije razmenjuju u XML formatu (ugovori, narudžbenice, fakture, reklamacije).

Karakteristična nit evolucije softverskih arhitektura mogla bi se pratiti kroz nivo spregnutosti različitih delova aplikacije. COBOL program je sadržao sve funkcije aplikacije, od korisničkog interfejsa, preko poslovne logike, do kontrole integriteta podataka. Pojavom *klijent-server* arhitekture aplikacija se razdvaja na dva sloja: klijentski i serverski. Pojavom korporacijskih intranet mreža aplikacije se dele na tri sloja: korisnički interfejs, sloj poslovne logike i poslovnih pravila i sloj podataka.

Troslojnu arhitekturu karakteriše da se na srednjem sloju delovi poslovne logike grupišu u softverske komponente. Oni poseduju dobro definisane interfejse preko kojih im se pristupa, pa korisnik ne mora da zna kako je funkcionalnost implementirana. Najpoznatiji standardi za softverske komponente su COM, CORBA i EJB. Klijentske aplikacije, kada komuniciraju sa komponentama srednjeg sloja, najčešće koriste DCOM, CORBA IIOP ili JAVA RMI (*Remote Method Invocation*) da bi pozivale udaljene metode. Uprkos razbijanja aplikacije na više nezavisnih komponenti, među njima postoji itekako čvrsta sprega, što je pre svega posledica korišćenja ovih protokola.

5. ZAKLJUČCI

Na osnovu iznetih značajnih aspekata integracije procesa nabavke u Internet ambijentu, može se zaključiti sledeće:

- informacione tehnologije (IT) čine kvalitetnijim i efikasnijim procese integracije,
- procesno i objektno-orijentisane metode razvoja IS omogućavaju uključivanje kompleksnih zahteva organizacija, QMS-a i ostalog okruženja u konačni model procesa i podataka i dizajniranje fleksibilne Internet/Intranet arhitekture.

LITERATURA

- [1] **Armistead C., Rowland P.**, *Managing Business Processes: BPR And Beyond*, John Wiley & Sons, Chichester, 1999.
- [2] **Arsovski Z.**, *Informacioni sistemi*, Mašinski fakultet, CIM centar, Kragujevac, 2002.
- [3] **Arsovski Z., Arsovski S., Milanović I.**, *Reinženjering procesa nabavke u Internet ambijentu korišćenjem I-CASE alata XML-a*, 29. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Beograd, septembar 2002.
- [4] **Finkelstein C.**, *The Competitive Armageddon: Survival And Prosperity In The Connected World Of The Internet*, Information Engineering Services, Melbourne, Australia, 1996.
- [5] **McLeod R., Schell G.**, *Management Information Systems*, Prentice Hall PTR, New Jersey, 2001.
- [6] **Riccardi G.**, *Principles Of Database Systems With Internet And Java Applications*, Addison Wesley, USA, 2001.

Abstract

Applying of up-to-date methods in planning, analysis and projecting of information systems in purchasing processes by using CASE tools and Internet techniques, regarding QMS requirements, is to be taken as an essential prerequisite for reengineering concept applying in business systems and the integration of these processes within the internal and external environment. Thus, business systems increase flexibility of the whole operation, adapt to customers' needs and react vigorously at suppliers' default. Actually, numerous processes in purchasing function modelled, points to necessary choice of key processes affectivity the quality and efficiency in purchasing function communication with the environment. These processes are particularly analysed from the point of input, output, method, technique, standard, managing and responsibility as well as redesigning regarding targets and needs of business systems and respecting the possibilities and the range of information technologies achieved. This paper deals with a possible approach to reengineering problem solving and a more efficient integration of purchasing process in the Internet environment.



P. DIMITRIJEVIĆ, M. VUČIĆEVIĆ, M. Radojević¹

PRIMERI VREDNOVANJA ULAZNIH PARAMETARA U PROCES PROJEKTOVANJA

Rezime

Za proces projektovanja proizvoda i usluga moraju se identifikovati ulazni elementi koji se odnose na buduće proizvode i usluge. Ti ulazni elementi moraju obuhvatiti zahteve vezane za funkcionisanje i performanse, zatim zahteve propisa i drugih normativnih akata, informacije o sličnim projektima i druge zahteve bitne za projektovanje i razvoj. Ovde će ukratko, biti reči o uspostavljanju realnih zahteva nove konstrukcije po pitanju pouzdanosti, pogodnosti održavanja i ugrađenog testa.

Ključne reči : *Proces projektovanja, pouzdanost, pogodnost održavanja, zahtevi i ulazi.*

1. UVOD

Projektni tim treba da identifikuje ulazne elemente u proces projektovanja i razvoja proizvoda koji potiču iz eksternog ili internog okruženja /1,2/. Eksterni ulazni elementi su u vezi potreba i očekivanja korisnika i ostalih interesnih grupa, propisa i normativnih akata, standarda i pravila dobre prakse. Interni ulazni elementi su projekcija politike i ciljeva organizacije, potreba i očekivanja zaposlenih, tehnološkog razvoja i osposobljenosti projektnog tima, zatim informacija vezanih za postojeće slične projekte i povratnih informacija iz prethodnog iskustva.

Posebno su važni ulazni elementi koji identifikuju one karakteristike procesa ili proizvoda bitnih za njegovo bezbedno funkcionisanje i održavanje, kao što su /2,3/:

- Rad, instalisanje/ugradnja i primena/funkcionisanje,
- Skladištenje, rukovanje i isporuka,
- Fizički parametri, RAM parametri i životna sredina, i
- Zahtevi za odbacivanje/isključenje proizvoda.

Kao ulazi u vezi raspoloživosti, pouzdanosti i pogodnosti održavanja, autori smatraju da se kao minimum moraju propisati granične vrednosti za /3,6/:

- Prosečno vreme rada, odnosno broj sati rada između otkaza, MWHBF (Mean Work Hours Between Failure),
- Ili, prosečno vreme između otkaza, MTBF (Mean Time Between Failure),
- Broj radnih sati ljudi koji se utroše na direktno održavanje po satu rada uređaja, DMMH/WH (Direct Maintenance ManHours per Work Hours),
- Ili, prosečno vreme do popravke, MTTR (Mean Time To Repair),
- Ugrađeni test BIT (Built-In-Test), verovatnoća detekcije, FD (Fault Detection), verovatnoća izolacije greške, FI (Fault Isolation), procenat lažnih alarma, FA (False Alarm),
- I po mogućstvu, prosečno logističko vreme van upotrebe, MLTD (Mean Logistics Down Time).

¹ Prof. dr Petar DIMITRIJEVIĆ, dipl. maš. inž.,
Prof. dr Miroslav VUČIĆEVIĆ, dipl. maš. inž.,
Prof. dr Miroslav Radojević, dipl. inž.
Viša tehnička mašinska škola, Beograd - Zemun

2. REALNI ULAZNI ZAHTEVI KONSTRUKCIJE KADA JE U PITANJU POUZDANOST

Ovde će biti prikazan jedan primer ponovljivog logičkog pristupa za uspostavljanje realno zahtevanih vrednosti za pouzdanost u početnoj fazi razrade sistema. Početak se nalazi na vrednostima zahtevanim za funkcionisanje koje definišu maksimalno prihvatljive vrednosti za pouzdanost i koje treba da doprinesu postizanju projektom postavljenih ciljeva. Ove vrednosti se zatim prevode u granične vrednosti MWHBF pri čemu se uzimaju u obzir vrednosti broja sati rada sistema između postupaka održavanja, kanibalizacija, skidanje komponenti sa jednog sistema i stavljanja istih na drugi sistem da bi se taj sistem osposobio, vršenje popravki direktno na sistemu u radu, prosečan broj sati rada između skidanja komponenti i procenat lažnih skidanja komponenti /3,4/.

Prevođenje zahtevane vrednosti MWHBF u procenjenju vrednost MTBF može se definisati modelom (1) :

$$MTBF_D = MWHBF \cdot f_w \cdot f_{T1} \cdot f_{T2} \cdot f_{SM} \quad (1)$$

Gde je : MTBF_D - procenjena vrednost MTBF,
f_w - faktor odnosa S/W (odnos rada sistema i rada posmatrane komponente),
f_{T1} - faktor iskustva (Duanov faktor),
f_{T2} - faktor odnosa diskriminacije (faktor test plana),
f_{SM} - faktor sigurnosne margine.

Pretpostavimo, na primer, da je MWHBF = 200 h, tada ta vrednost predstavlja obavezu koju projektant i proizvođač treba da postignu. Ovaj oblik pouzdanosti je izražen u funkcionalnom smislu i treba ga, za ugovarača, prevesti u zahtevano MTBF. Da bi se ovo prevođenje izvršilo mora se, pre svega, primeniti S/W (sistem/rad) odnos, koji uzima u obzir činjenicu da li ovaj deo opreme radi istovremeno kada i sistem, ili se koristi duže/kraće određeni broj sati rada od sistema. Pretpostavimo da je komponenta 100% uključena u toku rada sistema, da je uključena u toku pripreme sistema, te da je uključena i u toku primene nekog od postupaka održavanja sistema, odnosno da je odnos S/W = 1,25 : 1. Ovaj odnos daje graničnu vrednost prosečnog vremena između otkaza, MTBF_w = 250 h. Sada se uvodi faktor iskustva baziran na Duanovoj teoriji, koji u ovom slučaju iznosi 25%, i on daje nižu vrednost koja se postiže pri testiranju, MTBF_{T1} = 312 h. U skladu sa odgovarajućim standardima, na primer, MIL-STD-781C, ako pretpostavimo da je test tipičan, odnosno da koristi Test plan IIIC, onda imamo odnos diskriminacije koji, u ovom primeru, iznosi 2:1. Tako dobijamo gornju višu vrednost pri testiranju, MTBF_{T2} = 625 h. Dalje se primenjuje tehnička procena, kao dodatno srdstvo, kao garancija da postoji velika verovatnoća da se specifikacijom zahtevana vrdenost može postići i demonstrirati ako je predviđena vrednost veća od gornjeg MTBF. U ovom primeru je ova procena 25%, tako da je predviđena vrednost MTBF_D = 781 h.

3. PRIMER RELATIVNIH ODNOSA IZMEĐU PARAMETARA POGODNOSTI ODRŽAVANJA SA ASPEKTA ULAZA U PROCES PROJEKTOVANJA

Zahtevana pogodnost održavanja se uspostavlja na sličan način koji je ovde prikazan. Početak, opet, je na zahtevu funkcionisanja koji je modifikovan tako što uzima u obzir logističke ulaze uz čiju pomoć se dobija granična vrednost za DMMH/WH ili MTTR. Jedan postupak prevođenja graničnih vrednosti MTTR_G u predviđenu vrednost MTTR_D daje model (2) :

$$MTTR_D = MTTR_G \cdot f_{KH} \cdot f_{SM} \quad (2)$$

Gde je : f_{KH} - faktor iskustva,
f_{SM} - faktor sigurnosti.

Pretpostavimo, u našem primeru, da je granica za MTTR = 0,5 h, koju projektant i proizvođač moraju ostvariti. Ova granična vrednost se prevodi u ugovorom zahtevanu vrednost tako što se uzima u obzir iskustvo stečeno na sličnim sistemima i u sličnim radnim uslovima, tehnologije koje stoje na raspolaganju za taj deo sistema, specijalne karakteristike projekta koje su ugrađene u opremu da bi se poboljšala pogodnost održavanja, zatim oprema za pružanje podrške, automatska test oprema, povezanost projekta /sistema sa drugim elementima koji utiču na mogućnost sprovođenja održavanja, zahtevane vrednosti BIT-a i

upravljanja. Ovde treba primetiti da tačni kvantitativni odnosi pri prevođenju funkcionalnog zahteva na ugovorom realno zahtevanu pogodnost održavanja nisu tako dobro definisani kao kod pouzdanosti. Pristup koji je korišćen je sličan, ali je potrebno mnogo više podataka i iskustva u ovoj oblasti da bi se postavile realno zahtevane mogućnosti sprovođenja održavanja preko logičkog, ponovljivog kvantitativnog pristupa, a ne preko tehničke procene. Neka je, u ovom primeru, faktor koji sve to uzima u obzir, $1 : 1,67 = 0,6$ tada je ugovorom zahtevana vrednost, koja bi se morala potvrditi na testiranju, $MTTR_T = 0,3$ h. Kao i u primeru za pouzdanost, predviđena vrednost pogodnosti održavanja, odnosno MTTR, koja predstavlja meru projekta, kojom se zadobija sigurnost i poverenje u sposobnost isporučioaca da postigne i demonstrira ugovorom zahtevanu vrednost, uvažava siguronosnu marginu, tj. faktor sigurnosti. Neka je on, u ovom primeru, $1:1,5 = 0,667$, tada je $MTTR_D = 0,2$ h.

4. PRIMER RELATIVNIH ODNOSA IZMEĐU PARAMETARA UGRAĐENOG TESTA

Slično navedenom, donekle se mogu ustanoviti ugovorom zahtevane vrednosti za BIT. Tačna kvantitativna prevođenja funkcionalnih zahteva u realne ugovorom zahtevane karakteristike BIT-a nisu tako precizno definisana kao kod pouzdanosti. Procena BIT mogućnosti se uglavnom vrši u kasnim fazama projekta ili pri testiranju i demonstraciji sistema.

5. ZAKLJUČAK

Definisanje ulaznih elemenata u proces projektovanja vezano za RAM parametre, onako kako to zahteva ISO 9000, je otežano za mehaničke komponente, posebno za ugrađeni test iz razloga što tehnike projektovanja BIT-a trenutno nisu na adekvatan način definisane, što ne postoji proverena i prihvatljiva metodologija slična MIL-HDBK-217 koja se koristi za pouzdanost, ili MIL-HDBK-472 koja se koristi za pogodnost održavanja. Tehnika za procenjivanje pouzdanosti je relativno dobra, za procenjivanje pogodnosti održavanja zadovoljavajuća a tehnika za precizno nezavisno procenjivanje BIT mogućnosti još uvek ne postoji.

6. LITERATURA

1. JUS ISO 9001 : 2001, Sistemi menadžmenta kvalitetom – Zahtevi, Savezni zavod za standardizaciju, Beograda, 2001
2. JUS ISO 9004 : 2001, Sistemi menadžmenta kvalitetom – Uputstvo za poboljšavanje performansi, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd 2001
3. Dimitrijević, P., Istraživanje primene metoda analize efektivnosti u projektovanju sistema sa aspekta funkcije održavanja, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd 1990
4. Raze, J., Nelson, J., Diaz, C., Simard, D., US Army Mechanical RAMCAD Models, Equipment, Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium, IEEE, pp.144-146, 1988
5. Dimitrijević, P., Menadžment kvalitetom, Strategija i praksa, Viša tehnička mašinska škola, Beograd 2001.
6. Dimitrijević, P., Radojević, M., Primeri vrednovanja ulaznih parametara u projekat sistema, Zbornik radova, VI Internacionalni simpozijum iz Project Managementa, Upravljanje projektima u sprovođenju reformi, YUPMA 2002, Zlatibor 8-10 maj 2002.
7. Vučićević, M., Istraživanje procesa završne obrade struganjem teškoobradljivih sinterovanih materijala, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 1993.

THE EXAMPLES OF INPUT PARAMETERS EVOLUTION IN DESIGN PROCESS

Summary

The process of products and services design requires identification of input components related to future products and services. The input components must comprise requirements involving operation and performances, those complying with regulations and other types of enactment, information items on alike designs and other requirements essential to design and development. In short, the paper discusses the establishment of realistic requirements concerning reliability, maintainability and a built-in test.

Key words: *design process, reliability, maintainability, requirements, inputs*



Zoran Ilić¹

PROCEDURA ZA OCENJIVANJE USAGLAŠENOSTI DIREKTIVA EVROPSKE UNIJE

Rezime: Cilj ovog rada je dati osnovna načela metodama novog i globalnog pristupa, na osnovu koga proizvod može doći do CE znaka, a samim tim da stekne pravo da plasira na tržište EU, i ko je merodavan za ocenjivanje primene procedura usaglašenosti i davanja CE znaka. Poseban naglasak ovog rada stavljen je na objašnjenje procedure za ocenjivanje usaglašenosti sa direktivama novog i globalnog pristupa. U prilogu A je data tabela spiska direktiva u zavisnosti od grupe proizvoda.

1 UVOD

Slobodno kretanje dobara, usluga, ljudi i novca predstavlja stožer jedinstvenog evropskog tržišta. Međutim, sve do sredine osamdesetih godina prošlog veka zakoni zemalja članica Evropske Unije bili su glavna barijera za sprovođenje ovakve ideje. Zbog toga se pristupalo iznalaženju mehanizama koji će se doneti kako bi se dostigli napred navedeni ciljevi. Tako je 1985. godine definisan metod **Novog pristupa** u standardizaciji i tehničkom usaglašavanju (direktive broj 83/189 EEC i 98/34/EC) a 1989. godine metod **Opšteg ili Globalnog pristupa** za ocenivanje usaglašenosti (90/683/EEC i 93/465/EEC).

Metoda **Novog pristupa** u standardizaciji i tehničkom usaglašavanju ima sledeće principe:

- zakonsko usaglašavanje ograničeno na suštinske zahteve za bezbednost, zaštitu zdravlja i životne sredine, koje proizvod mora da ispuni kada se stavlja na tržište EU,
- u usaglašene standarde se stavljaju samo tehničke specifikacije za proizvode, koji treba da se ispune iz relevantne direktive,
- primena usaglašanih i drugih standarda je dobrovoljna.

Karakteristike metode **Globalnog ili Opšteg pristupa** su sledeće:

- U Evropskom zakonodavstvu je razvijen dosledan pristup u ocenjivanju usaglašenosti, preko definisanih **modula-načina** za različite faze u postupcima-procedurama za ocenjivanje usaglašenosti.
- Uspostavljeni se kriterijumi za: korišćenje ovih postupaka, za imenovanje tela (notifikovanih) koja će ih sprovesti i za postavljanje CE znaka na proizvode;
- Generalizovano je korišćenje evropskih standarda koji se odnose: na obezbeđenje kvaliteta (serija EN ISO 9000) i na zahteve za tela za ocenjivanje usaglašenosti u vezi sa kvalitetom (serija EN 45000);
- Uspostavljeni: akreditacioni sistem i postupci za međusobno upoređivanje rezultata iz opunomoćenih organizacija, među državama-članicama EU;
- Promoviše se i **međusobno priznavanje dogovora** koji se tiču ispitivanja i sertifikovanja u ne-regulatornoj oblasti;
- Minimizuju se razlike između postojećih struktura za kvalitet u državama-članicama i između industrijskih sektora, u tim državama;
- Promovišu se dogovori: o uzajamnom priznavanju, o saradnji i o programima za tehničku pomoć, u međunarodnoj trgovini između EU i trećih zemalja.

¹ Zoran Ilić dipl.maš.ing FEROPLAST – 11224 Vrčin tel: 011/8054 – 353 e-mail feropl@eunet.yu

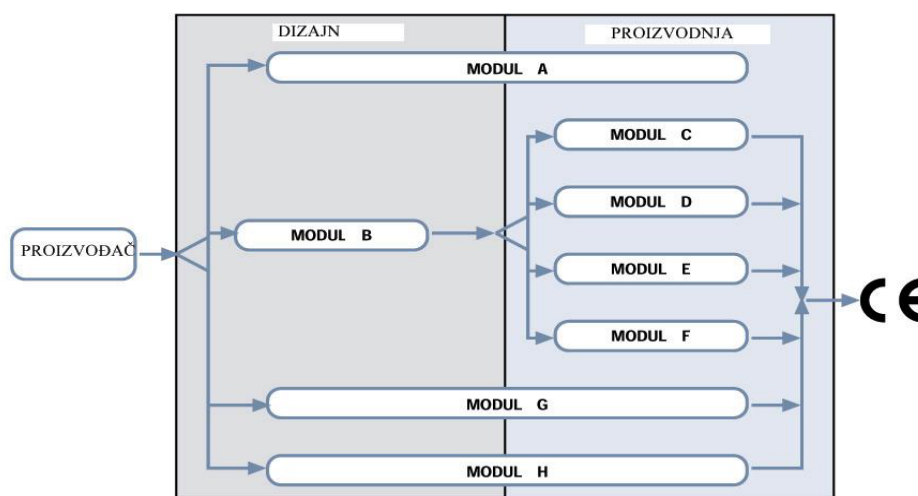
2 PROCEDURA ZA OCENJIVANJE USAGLAŠENOSTI PROIZVODA

Procedura za ocenjivanje usaglašenosti proizvoda direktivama EU definisana je metodom Opšteg ili Globalnog pristupa.

Tok procedure za ocenjivanje ima sledeći tok:

- Odabiranje odgovarajućeg modula-načina.
- Izradu tehničke dokumentacije.
- Pisanje EC-izjave o usaglašenosti.
- Stavljanje znaka CE na proizvode.

Na slici 1 grafički je prikazan tok izvršenja procedure za ocenjivanje usaglašenosti.



Slika 1

Kao što se vidi sa slike 1 procedura sadrži 8 modula. Svaki modul može imati po jedan podmodul (u zavisnosti koja se direktiva primenjuje.

2.1 Izbor modula

Izbor nekog od modula je stvar proizvođača u zavisnosti od toga da li se zahtevi u primenjenoj direktivi odnose na

- projektovanje i izradu tipa i/ili celu proizvodnju;
- ocenjivanje tipa ili još i ocenjivanje sistema za menadžment kvalitetom;
- “samooocenjivanje” ili “treću stranu”, koja vrši ocenjivanje.

Karakteristike modula A (Modul za samooocenjivanje):

Proizvođač ili ovlašćeni zastupnik obezbeđuje da proizvod zadovoljava datu direktivu, priprema deklaraciju o usaglašenosti, obeležava CE znakom svaki komad, priprema tehničku dokumentaciju koju čuva sa deklaracijom 10 godina. Po ovom modulu proizvođač mora preduzeti mere da tehnička dokumentacija bude usaglašena sa direktivama.

Ovaj modul može biti dopunjen sa modulom A1 koji pored napred navedenih karakteristika ima i sledeće: Proizvođač vrši završno kontrolisanje, opunomoćeno telo nenajavljenim dolaskom prati završnu kontrolu uzorkovanjem po sopstvenom izboru, i ako nešto ne odgovara preduzima mere. Po ovom modulu proizvođač **ne mora imati sertifikovani sistem kvaliteta**.

Karakteristike modula B (Modul ispitivanja EC tip A):

Proizvođač ili ovlašćeni predstavnik bira opunomoćeno telo koje će da vrši ispitivanje, i predaje mu uzorak na ispitivanje. Opunomoćeno telo pregleda tehničku dokumentaciju, proverava da li proizvod odgovara datoj tehničkoj dokumentaciji, dogovara se kada i gde da se obave odgovarajuća ispitivanja, obavlja ispitivanje jednog (ili više uzoraka), na osnovu kog izdaje sertifikat EC tip A proizvođaču, koji se čuva sa pratećom tehničkom dokumentacijom 10 godina. Ukoliko opunomoćeno telo odbije da izda sertifikat dužno je da da i obrazloženje i omogućiti pravo na žalbu. Ni za ovaj model proizvođač **ne mora imati sertifikovani sistem kvaliteta.**

Karakteristike modula tipa C (Usaglašenost sa EC tip M)

Proizvođač mora obezbediti da proces proizvodnje da proizvod mora biti usaglašen sa odobrenim EC tipom, zahtevima direktive najmanje uz organizovanje završnog kontrolisanja.

Akreditivano telo nenajavljenim dolaskom kontroliša rad proizvođača i njegovog završnog kontrolisanja, bira uzorke ili nakon završnog kontrolisanja ili iz skladišta za ispitivanje, daje broj uz CE znak (odgovara za označavanje) i na kraju izdaje sertifikat.

Ni za ovaj modul proizvođač **ne mora imati sertifikovani sistem kvaliteta.**

Karakteristike modula tipa D (Obezbeđenje kvaliteta u proizvodnji, završnoj kontroli i ispitivanju)

Proizvođač mora uspostaviti i sertifikovati sistem kvaliteta u proizvodnji, završnoj kontroli i ispitivanju (stari standard ISO 9002), i on predstavlja predmet za ocenjivanje i nadzor.

Karakteristike modula tipa E (Obezbeđenje kvaliteta u završnoj kontroli i ispitivanju)

Proizvođač mora uspostaviti i sertifikovati sistem kvaliteta u završnoj kontroli i ispitivanju (stari standard ISO 9003), i on predstavlja predmet za ocenjivanje i nadzor.

Karakteristike modula tipa F (Verifikacija proizvoda)

Prema ovom modelu opunomoćeno telo vrši kontrolisanje i ocenjivanje svih jedinica proizvoda, nakon čega izdaje proizvođaču sertifikat o ispitivanju EC tip A ili sertifikat o odobrenju EC projekta. Za ovaj modul proizvođač **ne mora imati sertifikovani sistem kvaliteta.**

Karakteristike modula tipa G (Jedinačna verifikacija)

Na osnovu tehničke dokumentacije koju proizvođač dostavlja opunomoćenom telu **za svaki proizvod**, opunomoćeno telo preispitivanjem verifikuje da projekat zadovoljava bitne zahteve sigurnosti u direktivi, nakon čega završnim ocenjivanjem overava i potvrđuje svaki proizvod.

Karakteristike modula tipa H (Obezbeđenje potpunog kvaliteta)

Ovaj modul zahteva **sertifikovani totalni sistem kvaliteta**, i on predstavlja garant ocene usaglašenosti proizvoda sa direktivom (od verifikovanog razvojnog zadatka od strane opunomoćenog tela do isporuke). Opunomoćeno telo proverava primenu dokumentacije sistema kvaliteta proizvođača i usaglašenost sa direktivom.

2.2 Tehnička dokumentacija

Tehničku dokumentaciju sastavlja proizvođač i ona služi da pruži informacije o projektovanim karakteristikama proizvoda, o načinu proizvodnje proizvoda i o njegovim radnim karakteristikama.

2.3 Pisanje EC izjave o usaglašenosti

Proizvođač ili njegov ovlašćeni predstavnik na tržištu EU, mora da napiše EC-izjavu o usaglašenosti. Izjava o usaglašenosti sadrži sve potrebne informacije o direktivama u vezi sa kojima se daje, kao i o

proizvođaču, ovlašćenom predstavniku, opunomoćenom telu (kada se to traži), usaglašenim EN standardima ili drugim normativnim dokumentima. EC izjava o usaglašenosti se čuva najmanje 10 godina od poslednjeg dana proizvodnje proizvoda, ako se izričito drugačije ne kaže u dotičnoj direktivi.

2.4 Stavljanje CE znaka na proizvode

Oznaka CE simbolizuje usaglašenost proizvoda sa zahtevima EU, nametnutim proizvođaču. Oznaka CE, nalepljena na proizvod, je izjava lica, odgovornog za to da proizvod odgovara svim primenljivim odredbama EU i da su sprovedene sve odgovarajuće procedure za ocenjivanje usaglašenosti. Oznaku CE stavlja proizvođač ili njegov ovlašćeni predstavnik u EU.

U nekim slučajevima proizvod može biti plasiran na tržište EU a da pri tome nema nalepljen CE znak. Kao primer je autor ovog rada uzima iz direktive 97/23/EC (direktiva se odnosi na opremu pod protoskom) **član 3 paragraf 3** iste direktive koji glasi: *“Oprema pod pritiskom, odnosno sklopovi koji su ili u granici ili u iz sekcije 3.1.1, 3.1.2 i 3.1.3 i sekcije 2 mora da budu projektovani i izgrađeni primerenom inženjerskom praksom zemlje članice. Uz opremu pod pritiskom ili sklop ili uputstva za korišćenje i mora da nose oznake kako bi se videlo ko je proizvođač ili njegov ovlašćeni predstavnik. Takva oprema odnosno sklopovi **ne smeju da imaju CE oznaku na sebi.***

3 OPUNOMOĆENO TELO (NOTIFIED BODY)

Opunomoćeno telo je nadležno telo priznato od strane nadležnih tela članica Evropske Unije (odluka 93/465/EEC). Njihov zadatak je da sprovodi procedure za ocenjivanje usaglašenosti datih u direktivi. Notifikovano telo mora da pokaže tehnicku kompetenciju i neophodan nivo nezavisnosti, nepristrasnosti i celovitosti, kao i da bude pod nadzorom u propisanim intervalima.

4 ZAKLJUČAK

Primenom direktiva EU metodama Novog i Globalnog pristupa proizvođač može dobiti CE znak za proizvod a samim tim mu je omogućeno da plasira svoj proizvod na tržište EU. Primena direktiva sprovodi se kroz Proceduru usaglašenosti direktivama sprovodi se kroz module koju određuje sam proizvođač ili njegov ovlašćeni predstavnik u zavisnosti od toga kako je dato u direktivama EU. Ocenu usaglašenosti direktivama EU izdaje notifikovano (opunomošeno) telo priznato od strane nadležnih tela EU, koje na osnovu provere o primenjivosti direktiva izdaje CE znak proizvođaču.

Korisne adrese na Internetu: www.newapproach.org, www.europa.eu.int

5 LITERATURA

- [1.] Popović S.: “Direktive Novog i Opšteg pristupa“, Seminar o PED, Privredna komora Srbije, Beograd 05.12.2002.
- [2.] Orlić S.”Evropska direktiva za opremu pod pritiskom”, Seminar o PED, Privredna komora Srbije, Beograd 05.12.2002.

PROCEDURE OF CONFORMANCE WITH EC DIRECTIVES

Abstract: *The main object of this work is to see the fundamentals of the New and Global Approach Methods, with whom is possible to receive CE sign and put the product on the Market of the European Community, and who is responsible for assessment of using procedure of conformance and giving CE sign. The main emphesize of this work is the explanation of PROCEDURE OF CORFOMANCE with New and Global Approach Methods. In theAppendix A is given a table of all directives depending of the group of products.*

PRILOG A
SPISAK VAŽEĆIH DIREKTIVA

R.br	Broj direktive	Naziv
1	90/396/EEC	Uređaji koji sagorevaju gasne fluide
2	00/9/EC	Žične instalacije namenjene prevozu ljudi
3	89/106/EEC	Proizvodi za građevinarstvo
4	89/336/EEC	Elektromagnetska kompatibilnost
5	94/9/EC	Oprema i zaštitni sistemi u potencijalno eksplozivnim atmosferama
6	93/15/EEC	Eksplozivi za civilnu upotrebu
7	95/16/EC	Liftovi
8	73/23/EEC	Oprema pod niskim naponom
9	90/385/EEC	Medicinski uređaji: Aktivni implantati
10	93/42/EEC	Medicinski uređaji: Svi
11	98/79/EC	Medicinski uređaji: In vitro dijagnostika
12	90/384/EEC	Ne-automatski uređaji za merenje
13	94/62/EC	Ambalaža i ambalažni otpad
14	89/686/EEC	Lična zaštitna oprema
15	COM(93)322final	Dragoceni metali
16	97/23/EC	Oprema pod pritiskom
17	99/5/EC	Radio i telekomunikaciona terminalna oprema
18	94/25/EC	Rekreaciona plovila (sredstva)
19	98/37/EC	Bezbednost mašina
20	88/378/EEC	Bezbednost igračaka
21	87/404/EEC	Jednostavne posude pod pritiskom
22	98/13/EC	Oprema



Bojana Maračić, Slavko Arsovski ¹

RAZVOJ DSS ZA MENADŽMENT TROŠKOVIMA KVALITETA

Sadržaj - Sistemi za podršku odlučivanju u oblasti troškova kvaliteta predstavljaju uslov za uspešan menadžment troškovima kvaliteta. Model sistema za podršku odlučivanju u oblasti troškova kvaliteta, prikazan u ovom radu, razvijen je korišćenjem savremenih postavki ekspertnih i DSS (Decision Support Systems) sistema. Posmatrana je fiktivna organizacija za proizvodnju posuđa i za nju razvijen odgovarajući DSS, koji na osnovu podataka o poslovanju organizacije i znanja smeštenog u bazi znanja, generiše upravljačke odluke neophodne za efikasan menadžment troškovima kvaliteta.

1. UVOD

Između upravljanja finansijama i upravljanja sistemom kvalitetom postoji jaka veza, iskazana, pre svega, kroz menadžment troškovima kvaliteta. Menadžment troškovima kvaliteta omogućuje ostvarivanje ekonomskih ciljeva preduzeća, kroz povećanje dobiti, profita i produktivnosti, čime se posredno povećava konkurentnost (kroz nižu cenu proizvoda i/ili usluga), fleksibilnost i nivo kvaliteta proizvoda i/ili usluga. Menadžment troškovima postaje snažan alat u unapređenju celokupnog poslovanja ukoliko se ostvaruje pomoću odgovarajućeg informacionog sistema.

Kvalitetan menadžment troškovima kvaliteta omogućen je pomoću sistema za podršku odlučivanju u oblasti troškova kvaliteta. Da bi odluke vezane za troškove kvaliteta bile ispravne, obzirom na kompleksnost i neizvesnost poslovnog okruženja, neophodno je postojanje sistema za podršku odlučivanju, tzv. DSS (Decision Support System), koji u sebi sadrži znanja eksperata kako iz oblasti kvaliteta, tako i iz oblasti finansijskog poslovanja.

U ovom radu prikazan je razvoj sistema za podršku odlučivanju strategijskog menadžmenta u oblasti troškova kvaliteta. Rezultat rada je i realizovana aplikacija u Visual Basic programskom jeziku, kojom je opisan DSS za podršku odlučivanju u oblasti troškova kvaliteta.

2. SISTEMI ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU (DSS) I EKSPERTNI SISTEMI (ES)

Sistemi za podršku odlučivanju ili tzv. DSS (Decision Support Systems) sistemi predstavljaju rešenje složenih problema odlučivanja. Posebno su značajne mogućnosti sistema za podršku odlučivanju pri analiziranju alternativa i izboru konačne odluke. Takođe, DSS predstavljaju tangentnu oblast ekspertnih sistema (ES - Expert Systems) i veštačke inteligencije (AI - Artificial Intelligence).

Ekspertni sistemi ili sistemi bazirani na znanju (KBS - Knowledge Based Systems) koriste znanja eksperata smeštena u odgovarajuće baze znanja. To su računarski programi koji poseduju znanje ekspertnog naučnog nivoa u nekom području ljudskih aktivnosti i imaju mogućnost davanja saveta, objašnjenja i donošenja odluka. Svakako, ovi sistemi ne mogu koristiti iste mehanizme razmišljanja kao eksperti iz pojedinih oblasti, ali je način donošenja zaključaka dosta sličan. Ekspertni sistemi mogu skladištiti znanja u odgovarajuće baze, a zatim tim znanjem manipulirati i primeniti ga za rešavanje problema.

¹ Bojana Maračić, magistar tehničkih nauka, Zastava Kovačnica, Trg topolivaca 4, 34000 Kragujevac
tel: (034) 38 44 26; e-mail: maracicl@ptt.yu

Prof. dr Slavko Arsovski, CIM centar, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Sestre Janjić 4, 34000 Kragujevac
tel: (034) 33 59 90; lok: 644; e-mail: miladin@knez.uis.kg.ac.yu

Osnovu *AI* predstavlja ugradnja znanja u računar, kako bi se računar ponašao kao inteligentan sistem. Osnovni problem je kako organizovati ljudsko znanje i prilagoditi ga formi pogodnoj za programiranje i unosenje u memoriju računara.

Dosadašnja istraživanja i analize pokazali su da bi integracija sistema za podršku odlučivanju (*DSS*) i sistema baziranih na znanju, tj. ekspertnih sistemi (*ES*) predstavljala dodatno poboljšanje oba pristupa, u odnosu na situacije kada se oni koriste odvojeno. Integracijom *DSS* i *ES* dobijaju se sistemi za podršku odlučivanju bazirani na znanju (*KB DSS - Knowledge Based Decision Support Systems*).

3. SISTEMI ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU STRATEGIJSKOG MENADŽMENTA

Uloga strategijskog menadžmenta (tvz. top menadžmenta) u procesu donošenja odluka je dominantna. Sve odluke koje se donose i sprovode na nižim nivoima menadžmenta (taktičkom i operativnom) moraju biti prilagođene odlukama strategijskog menadžmenta. Strategijski menadžment, kao donosilac odluka u preduzeću, predstavlja glavni upravljački i rukovodeći aparat u organizaciji.

Teško je postaviti jasnu granicu između područja odlučivanja menadžmenta na sva tri hijerarhijska nivoa u organizaciji. Evolucija sistema za podršku odlučivanju strategijskog menadžmenta počinje od *EIS*-a (*EIS - Executive Information Systems*), koji se prema [2] mogu definisati kao "računarski sistemi koji strategijskom menadžmentu omogućuju lak pristup internim i eksternim informacijama koje su relevantne za njihove kritične faktore uspeha". Od početka sedamdesetih godina, kada je razvijen prvi *EIS* u firmi *Lockhead*, pa do danas, razvoj *EIS*-a se kretao od obuhvatanja informacija koje se odnose na kritične faktore uspeha i ključne indikatore performansi procesa, pa do savremenih *DSS*-a i *ES*-a za podršku odlučivanju strategijskog menadžmenta. U novije vreme sve je češća pojava integrisanih *EIS/DSS*. Najnoviji *EIS System Comander* predstavlja najviši stepen integracije *EIS* i *DSS*.

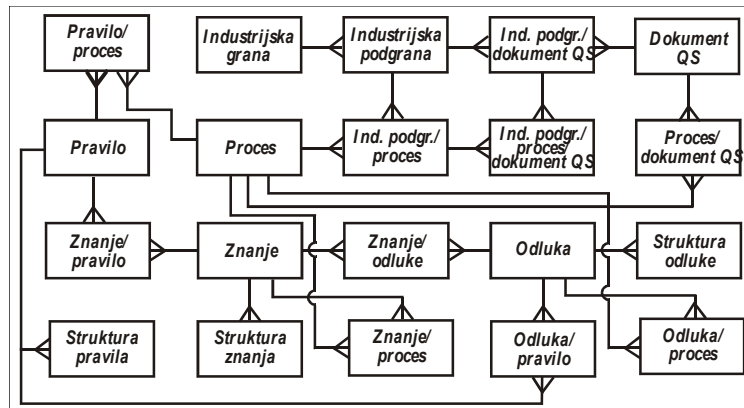
4. RAZVOJ DSS ZA MENADŽMENT TROŠKOVIMA KVALITETA

Odlučivanje o troškovima kvaliteta predstavlja deo menadžmenta troškovima kvaliteta. Za svaki element troškova kvaliteta se mora opisati kako se identifikuje, ko je odgovoran za njegovo registrovanje i dalju obradu, sa kog nosioca podataka se preuzima, od koga se preuzima i po kojoj proceduri, šta je ulaz za obračun kvaliteta, po kojoj matematičkoj relaciji se obračunava, šta je izlaz iz obračuna troškova i na kom izlaznom medijumu, u kome se isti dostavlja i po kojoj proceduri. Za potrebe ovog rada proces odlučivanja je podeljen u četiri faze, i to:

- odlučivanje o planovima kvaliteta,
- odlučivanje o budžetu za troškove kvaliteta,
- praćenje troškova kvaliteta i
- odlučivanje o korektivnim merama, pri čemu je za svaku od faza razvijen poseban modul *DSS*.

Model *DSS* za menadžment troškovima kvaliteta mora da obuhvati i interakciju ovih modula sa aspekta odlučivanja. Zbog toga je za svaku fazu razvijen model odlučivanja primenom pravila odlučivanja, koja su smeštena u odgovarajuće baze (baze rađene u *Microsoft Access* ambijentu) i kojima se manipuliše posredstvom programskog koda kao mehanizma zaključivanja (programski kod je urađen u *Visual Basic* programskom jeziku). Baze znanja koje sadrže pravila odlučivanja formirane su na osnovu analize poslovnih procesa u okviru odgovarajućih faza. Svaka od faza procesa odlučivanja strategijskog menadžmenta sadrži veći broj procesa koji se međusobno uslovljavaju, pa je zato za svaku fazu urađena dekompozicija sa aspekta odlučivanja, primenom *SADT (Structured Analysis and Design Technique)* metode, čime je ostvarena mogućnost dogradnje *DSS* i primena *DSS* nezavisno od korišćene informacione tehnologije. *DSS* za menadžment troškovima kvaliteta, koji je rezultat ovog rada, nije konačan, već se daje mogućnost da se kroz otvorenu arhitekturu projektovanja softvera (*SSA - Structure System Analysis*) dopuni novim modulima i da se stalno dopunjuje novim podacima i znanjima.

Na slici 1 prikazan je model podatka za menadžment troškovima kvaliteta.

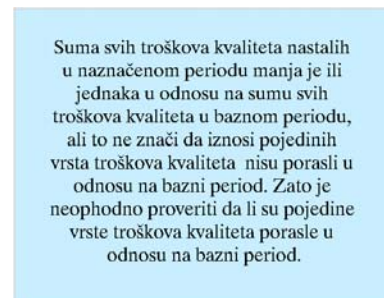


Slika 1. Model podataka DSS za menadžment troškovima kvaliteta

Za potrebe ovog rada, razmatrano je jedno fiktivno preduzeće za proizvodnju posuđa, sa 50 zaposlenih radnika. Suština DSS je da se za određenu poslovnu godinu prikupe svi elementi troškova kvaliteta u preduzeću i uporede sa planiranim troškovima iskazanim kroz budžet za troškove kvaliteta, a nakon toga daju preporuke za korektivne mere koje menadžment mora preduzeti u cilju redukcije nastalih troškova. Osnovu DSS čine baze znanja koje su, zavisno od uloge i mesta u procesu odlučivanja. Sve preporuke koje DSS daje korisniku (donosiocu odluka) oslanjaju se isključivo na pravila, znanja i dokumenta sadržana u bazama znanja. U radu je razvijen i sistem šifriranja (označavanja) faza odlučivanja o troškovima kvaliteta, kao i sistem šifriranja pravila, znanja i dokumenata koji se odnose na pojedine faze odlučivanja. Na slici 2 prikazan je izgled početnog menija DSS, a na slici 3 jedna od preporuka koju generiše DSS na osnovu podataka o troškovima i informacija dobijenih od korisnika (menadžera) DSS.

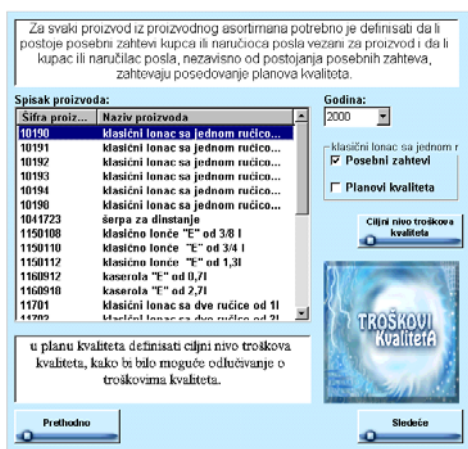


Slika 2

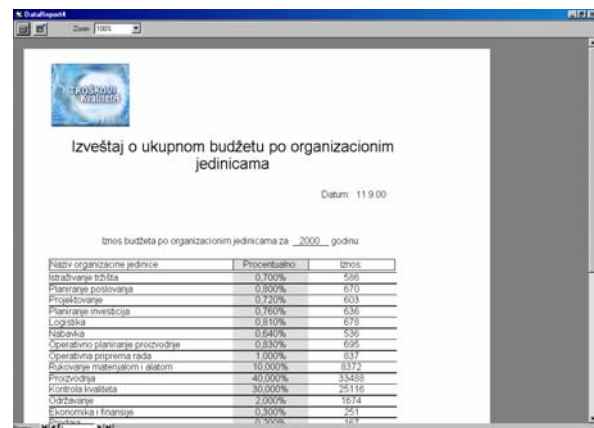


Slika 3

Korisniku je omogućeno da putem adekvatno dizajniranog korisničkog interfejsa unosi specifičnosti vezane za konkretan problem odlučivanja o troškovima kvaliteta (slika 4). Izgled ekrana pri generisanju jednog od izveštaja o troškovima kvaliteta prikazan je na slici 5.



Slika 4



Slika 5

Za modul DSS koji se odnosi na odlučivanje o sprovođenju korektivnih mera može se reći da predstavlja tipičan ekspertni sistem, gde je mehanizam zaključivanja (napisan, takođe, u Visual Basic programskom jeziku) sveden samo na pozivanje odgovarajućih delova baze znanja (tabela iz baze znanja pisane u Microsoft Access ambijentu), dok je njegova osnova funkcionisanja smeštena takođe u odgovarajuću

strukturu baze znanja. Naime, veza između pravila koja čine okosnicu odlučivanja prikazana je, takođe, kao jedna od struktura baze znanja. Da bi odlučivanje u ovom modulu bilo moguće, mehanizam zaključivanja u svom programskom kodu sadrži samo poziv na tu strukturu i izvesna ograničenja koja karakter odlučivanja zahteva. Prednost ovakvog načina zaključivanja je što DSS sve više približavamo "inteligentnom sistemu" koji će zaključke donositi ne samo na osnovu pravila i znanja sadržanih u bazi znanja, već i veza koja između njih postoje i koja su takođe deo baze znanja. Menjanjem strukture pravila, menja se i mehanizam zaključivanja, nezavisno od programskog koda kojim je DSS opisan.

5. ZAKLJUČCI

Savremeno poslovno okruženje zahteva od preduzeća da napušta klasične organizacione strukture i da prelazi na organizacione oblike bazirane na znanju. Zato je i suština savremenih sistema za podršku odlučivanju da omoguće manipulaciju veće količine znanja. Savremene informacione tehnologije pružaju mogućnost automatskog povezivanja i manipulisanja znanjima, kroz sisteme za podršku odlučivanju bazirane na znanju. DSS za menadžment troškovima kvaliteta, razvijen u ovom radu, takođe predstavlja sistem baziran na znanju. Pravci daljih istraživanja ovog DSS su:

- dogradnja novim modulima,
- dodavanje novih pravila odlučivanja i novih znanja u bazu znanja,
- primena veštačke inteligencije i fuzzy logike u svim segmentima odlučivanja,
- povezivanje baze podataka sa odgovarajućim segmentima poslovnog IS,
- komercijalizacija u univerzalni CASE alat za menadžment troškovima kvaliteta,
- povezivanje aplikacije sa Internet okruženjem, itd.

LITERATURA

- /1/ Arsovski Slavko, *Menadžment finansijskim resursima*, CIM centar, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2000.
- /2/ Arsovski Zora, *Informacioni sistemi*, CIM centar, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2000.
- /3/ Holsapple C. W., Whinston A. B., *Decision Support Systems - A Knowledge - Based Approach*, West Publishing Company, 1996.
- /4/ Klein Michel, Methilie Leif, *Knowledge-Based Decision Support Systems*, John Wiley & Sons, New York, 1995.
- /5/ Rašević Bojana, Arsovski Slavko, *Sistem za podršku odlučivanju menadžmenta o troškovima kvaliteta*, Zbornik radova, 25. JUPITER Konferencija sa međunarodnim učešćem, Beograd, 1999., str. 1.61 - 1.65
- /6/ Turban Efraim, *Decision Support and Expert Systems*, MPC, New York, 1990.
- /7/ Zahedi Fatemah, *Quality Information Systems*, A Int. Thomson Publishing Company, Danvers, 1995.

Summary: Success of quality costs management is depended by Decision Support System (DSS) in the area of quality costs. Using modern group of experts and DSS systems developed the model for Decision Support System in the area of quality costs. We looked at fictional Kitchenware Company for which we have made DSS, which generate management of decision, necessary for effective management of quality spending.



Prof. dr Lidija Romić¹

UPOTREBA RAČUNARA U KREIRANJU FINANSIJSKIH IZVEŠTAJA U FUNKCIJI POSLOVNE IZVRSNOSTI

Rezime: Finansijsko izveštavanje je i danas aktuelan problem. Njegova aktuelnost prouzlaži iz važnosti informacija kojima su snabdeveni brojni korisnici finansijskih izveštaja, kao što su: uprava preduzeća, akcionari, kreditori i ostali poverioci, fiskus, državna statistika i radnici. Visoki stepen važnosti finansijskih izveštaja u relacijama nacionalnog i svetskog tržišta potvrđuje i činjenica da se sa ovim problemom bave brojne državne, paradržavne i profesionalne institucije u mnogim zemljama.

1. UVOD

Sve računovodstvene informacije nastale unutar preduzeća, dostupne su menadžerima. Ipak, mnogo informacija iz finansijskog računovodstva se koriste od donosioca odluka izvan preduzeća, koji uključuju investitore, finansijske analitičare, savetnike za ulaganje, poverioce, radničke sindikate, vladine agencije i javnost. Svaka od tih grupa ili pribavlja novac preduzeću ili ima neki drugi interes za njegovo finansijsko zdravlje. Na primer, sindikat treba informaciju o snazi kompanije i profitabilnosti pre pregovora za novi ugovor o radu. Pružanje finansijskih informacija opšte namene, naziva se finansijsko izveštavanje. U SAD i većini drugih industrijskih zemalja, velika su preduzeća u javnom vlasništvu obavezna prema zakonu dosta svojih računovodstvenih informacija ustupiti javnosti, tj. da budu dostupne svakome. Te su države takođe donele zakone, koji uređuju da su tako dobijene javne informacije dovoljno kompletne i pouzdane. Mala preduzeća nisu obavezna pružati finansijske informacije opšte namene osobama izvan preduzeća. Zapravo, mnoga mala preduzeća čak i ne pružaju takve informacije. Ipak, banke i drugi poverioci često traže informacije kao uslov za odobravanje kredita

2. POSTUPAK FINANSIJSKOG IZVEŠTAVANJA UZ PRIMENU RAČUNARA

Glavna svrha davanja finansijskih informacija opšte namene osobama izvan preduzeća jeste skup računovodstvenih izveštaja koji se zovu finansijski izveštaji. Osobe koje primaju te informacije smatraju se korisnicima tih finansijskih izveštaja. Skup finansijskih izveštaja čine četiri povezana izveštaja koja sumiraju finansijska sredstva, obaveze profitabilnost i novčane transakcije nekog preduzeća. Kompletan skup finansijskih izveštaja uključuje:

1. bilans, koji prikazuje finansijski položaj preduzeća na određeni datum, sredstva koja poseduje, dugove (obaveze) i vlasnički kapital,
2. račun dobiti i gubitka, koji označava profitabilnost preduzeća tokom prošle godine (ili drugo vremensko razdoblje),

¹ Vanredni profesor Ekonomskog fakulteta u Subotici

3. izveštaj o vlasničkom kapitalu, koji objašnjava određene promene u iznosu vlasničkog kapitala preduzeća (u preduzećima organizovanim kao korporacije, izveštaj o vlasničkom kapitalu zamenjen je izveštajem o zadržanoj dobiti).
4. izveštaj o novčanim tokovima, koji sumira novčane primitke i novčane izdatke preduzeća tokom istovremenskog razdoblja, kao i u računu dobitka i gubitka.

Osim toga, kompletan skup finansijskih izveštaja uključuje i nekoliko stranica beležaka, koje sadrže dodatne informacije za koje računovođe smatraju da su korisne u interpretaciji finansijskih izveštaja. Osnovna svrha finansijskih izveštaja je pomoć korisnicima u ocenjivanju finansijskog položaja, profitabilnosti i budućeg prosperiteta nekog preduzeća. U SAD-u, godišnji i tromesečni finansijski izveštaji svih korporacija koje su u javnom vlasništvu, jesu javna informacija. U odlučivanju gde investirati sredstva, investitori i poverioci često upoređuju finansijske izveštaje mnogih različitih kompanija. Da bi takva komparacija bila verodostojna, finansijski izveštaji tih različitih kompanija moraju biti uporedivi, tj. oni moraju predstavljati sličnu informaciju u sličnom obliku. Da bi se ostvario taj cilj, finansijski izveštaji se pripremaju u skladu sa skupom "utemeljenih pravila" koja se zovu "Opšteprihvaćena računovodstvena načela" (engl. GAAP- Generally Accepted Accounting principles). Računovodstveni izveštaji sumiraju informaciju zapisanu u računovodstvenom sistemu.

3. KOMPARACIJA MANUALNIH I RAČUNARSKIH RAČUNOVODSTVENIH SISTEMA

Mnogi koncepti i postupci koji su uključeni u poslovanje manualnih sistema i sistema računovodstva baziranih na računarima su u osnovi isti. Razlike su većinom u pogledu pitanja da li pojedini postupci zahtevaju ljudsku prisutnost ili se oni mogu izvršiti automatski uz pomoć računara. Računari mogu biti programirani tako, da izvrše mehaničke zadatke velikom brzinom i tačnošću. Na primer, oni mogu biti programirani da čitaju podatke, izvršavaju matematičke proračune i ponovo uređuju podatke u bilo koji željeni oblik. Međutim, računari ne mogu da misle. Zbog toga, oni ne mogu da analiziraju poslovne transakcije. Bez ljudskog vođstva računari ne mogu odrediti koji se događaju trebaju evidentirati u računovodstvenim evidencijama, ili koji računi trebaju dugovati, a koji potraživati da bi se evidentirao neki događaj. S tim mogućnostima i ograničenjima na umu, ispitaćemo uticaje sistema baziranih na računarima na osnovni računovodstveni ciklus.

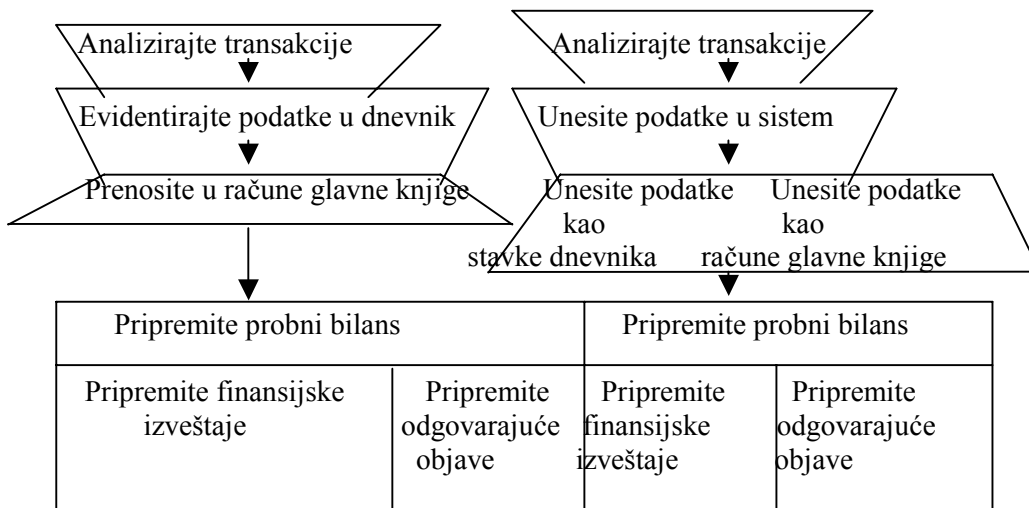
Evidentiranje poslovnih transakcija zahteva dva koraka. Prvo, transakcija mora biti analizirana da se odredi treba li da bude evidentirana u računovodstvenim evidencijama i ako da, koji računi trebaju dugovati, a koji potraživati i za koje iznose. Drugo, transakcija mora biti fizički unesena - evidentirana u računovodstveni sistem. Kako računari ne znaju koje transakcije trebaju biti evidentirane ili kako ih evidentirati na odgovarajući način, te dve funkcije moraju izvoditi računovođe i manualnim i računarskim sistemima. Razlike, međutim postoje u načinu na koji se podaci fizički unose u manualni sistem i sistem baziran na računarima. U manualnim sistemima podaci se unose u obliku manualno ispisanih knjiženja dnevnika. U sistemima baziranim na računarima, podaci će biti uneseni tastaturom, optičkim skenerom ili drugim sredstvom za unos podataka. Isto tako, podaci koji su uneseni u sistem baziran na računaru ne trebaju biti u obliku stavke dnevnika. Podaci se obično unose u bazu podataka umesto u dnevnik. Ukratko, računari mogu eliminisati potrebu za prenosom i ponovnim sređivanjem informacija koje su već unesene u sistem. Oni isto mogu obavljati matematičke proračune. Na taj način, računari eliminišu većinu papirnato posla uključenog u operaciju računovodstvenog sistema. Međutim, oni ne eliminišu potrebu za računovodstvenim osobljem koji mogu analizirati poslovne transakcije i objasniti te događaje u skladu sa opšteprihvaćenim računovodstvenim načelima.

Razlike između manualnih računovodstvenih sistema i sistema baziranih na računarima u odnosu na računovodstvene postupke se mogu grafički prikazati, kao što se vidi u nastavku.²

RAČUNOVODSTVENI CIKLUS

(Samo transakcije bilansa)

Manualni računovodstveni sistem Računovodstveni sistem baziran na računar



Dakle, računovodstveni postupci mogu biti sumirani u osam koraka, kao što su:

1. Proknjižite transakcije u dnevnik,
2. Prenesite transakcije u račune glavne knjige,
3. Sastavite probni bilans,
4. Učinite korektivna knjiženja za kraj razdoblja,
5. Sastavite korektivni probni bilans,
6. Sastavite finansijske izveštaje i odgovarajuće objavite.

Sled postupaka izveden na računarskim sistemima u osnovi je isti kao i kod manualnih sistema. Jasno, računar je programiran za automatsko izvođenje tih brojnih koraka. Postuci 1 i 4 uključuju analizu poslovnih transakcija i odluke mišljenja o tome koji računi trebaju dugovati i potraživati, te u kojim iznosima. Ta dva koraka u računovodstvenom ciklusu zahtevaju ljudsko mišljenje, bez obzira da li se postupci obrađuju manualno ili primenom računara. Postupci kao što su prenos u glavnu knjigu i sastavljanje probnih bilansa i finansijskih izveštaja uključuju ponovno sređivanje evidentiranih podataka i mogu biti lako izvedeni primenom računara. Jasno, skiciranje odgovarajućih objava koje prate finansijske izveštaje, zahteva ljudsko mišljenje. Sastavljanje i prenos zaključnih knjiženja su zadaci koji uključuju prebacivanje evideniranih podataka s jednog računa glavne knjige na drugi. Tako, zaključna knjiženja mogu bit automatski izvedena u računarskom sistemu.³

² . Robert F. Meigs, Walter B. Meigs, *Računovodstvo temelj poslovnog odlučivanja*, deveto izdanje, Prevod dela "Accounting», Zagreb 1999, str. 79

³ Ibid, str. 11

ZAKLJUČAK

Računovođe upotrebljavaju računare za zapisivanje, obradu i pohranjivanje računovodstvenih informacija. Osim toga, upotreba računara pomaže da računovodstvene informacije postanu korisnije za donosiocima odluka. Prvo, računari omogućuju računovođama da prikupe informacije i dostave ih donosiocima odluka puno brže nego što je to moguće ručno. Od čak veće važnosti je da, računari omogućuju računovođama klasificiranje i sumiranje podataka na mnogo različitih načina. Na primer, dnevni izveštaji o prodaji, koji su pripremljeni za menadžera velike robne kuće, mogli bi biti najkorisniji ako je prodaja sumirana po odeljenjima. Međutim, u izveštajima o prodaji, koji su pripremljeni za kupce robe neke prodavnice, može biti korisnije da se sumiraju dnevne prodaje po proizvodima. Tako, računari pomažu računovođama u kreiranju finansijskih izveštaja za potrebe donosioca odluka.

LITERATURA

1. Arnold J. et. al., The Chartered Accountant in the Information Age: A Summary of the Main Findings Coopers & Lybrand and The Institute of Chartered Accountants in England and Wales, London, 1985.
2. Biener Herbert, Auswirkungen der Vierten Richtlinie der EG auf den Informationsgehalt der
3. Blumer Karl, Die Kaufmanische Bilanz, 9. Auflage, Zürich, 1986.
4. Brunet André, La normalisation comptable, Dunod, Paris, 1951
5. Lidija dr Romić, Teorija bilansa, Ekonomski fakultet Subotica 1999
6. Robert F. Meigs, Walter B. Meigs, Računovodstvo - temelj poslovnog odlučivanja, deveto izdanje, prevod dela Accounting, 1999

Summary:

Financial statements are today an actual problem. Its attractiveness originates from the importance of information's of many users of financial statements, as the management, shareholders, creditors and other creditors, fiscals, national statistics and employers. The high level of importance of financial statements in relation of national and world market emphasizes the fact that with this problem are occupied many government and paragoverment and professional institutions in many countries.



V. Stoilković, P. Stoilković¹⁾

IMPLEMENTACIJA SIX SIGMA U PROIZVODNE ORGANIZACIJE

Rezime

Sve više kompanija realizuje biznis tako da mogu da dostignu dramatične rezultate primenom Six Sigma metoda za poboljšanje kvaliteta procesa. To je zato jer Six Sigma metodologija zahteva od kompanija da mere i analiziraju svoje biznis procese.

U ovom radu se analizira DAMIC Define Analyze Measure Improve Control metodologija primenjena u proizvodnim organizacijama pri implementaciji Six Sigma koncepta. Metodologija se analizira na primeru procesa proizvodnje sojinog brašna.

1. Uvod

U današnjem svetu biznisa nije primarno pitanje "**Kako postati uspešan?**", primarno pitanje je "**Kako opstati uspešan?**". Jedno je doći do prve pozicije u nekoj oblasti, a daleko je teže održati postignuti uspeh, jer konkurenti vrebaju najbolje i traže prilike i načine da ih pomere sa trona. Čini se da je danas ta borba do te mere žestoka, da i one najmoćnije kompanije za koje se verovalo da su imune na udare konkurencije mogu da posrnu, a neke i da bankrotiraju. Zato danas dobija na značaju još više izjava Andru Grovea iz Intela, "**Samo paranoični preživljavaju**".

Da bi kompanija preživela nije dovoljno da prati promene, neophodno je da predviđa promene. Praćenje promena omogućava kompaniji samo da se adaptira, ali joj ne daje mogućnosti da raste, a bez rasta nema opstanka kompanije. Kompanije koje pak predviđaju promenu koriste priliku da se na vreme pozicioniraju i pripreme za nastupajuće promene. Jedna od filozofija koja se čini da danas daje uspešne rezultate na putu preživljavanja i poboljšanja je Six Sigma filozofija.

Six Sigma može da se definiše na nekoliko načina. To je način za merenje procesa; planirani rezultat blizu perfekcije, predstavljen sa 3,4 defekta na milion prilika za grešku (DPMO); prilaz za promenu kulture organizacije. Najtačnije, pored toga, Six Sigma se definiše kao jasan i razumljiv *sistem* za izgradnju održive performanse biznisa, uspeh i liderstvo.

Za dostizanje *Six Sigma performanse* najčešće se koristi pet faza ciklusa poboljšanja koji je postao zajednički u Six Sigma organizacijama: definisati, meriti, analizirati, poboljšati i kontrolisati - ili **DMAIC** (Define - definisati, Measure - meriti, Analyze - analizirati, Improve - poboljšati, Control – kontrolisati).

U ovom radu se analizira DAMIC Define Analyze Measure Improve Control metodologija primenjena u proizvodnim organizacijama pri implementaciji Six Sigma koncepta. Metodologija se analizira na primeru procesa proizvodnje sojinog brašna.

2. DMAIC model

Kao i drugi modeli poboljšanja, DMAIC je zasnovan na originalnom PDCA ciklusu. Ipak, DMAIC se danas najčešće koristi za poboljšanja procesa i dizajna / redizajna procesa. Tabela 1 obezbeđuje dijagram glavnih DMAIC aktivnosti, upoređujući puteve "poboljšanja procesa" sa "dizajnom / redizajnom procesa" [1,2,3,4,5].

¹⁾ Prof.dr Vojislav Stoilković, Mašinski fakultet Niš, 018 711 725, voja@cimcollege.co.yu

Predrag Stoilković, dipl.ing., CIM College Niš, 018 711 802, peda@cimcollege.co.yu

Tabela 1 – DMAIC model

Six Sigma procesi poboljšanja		
	Poboljšanje procesa	Dizajn / redizajn procesa
1. Definisati	<ul style="list-style-type: none"> identifikovati odrediti zahteve postaviti planirani rezultat 	<ul style="list-style-type: none"> identifikovati specifične ili opšte probleme definisati planirani rezultat / promeniti viziju razjasniti obim & zahteve kupca
2. Meriti	<ul style="list-style-type: none"> potvrditi problem / proces pročistiti problem / planirani rezultat meriti ključne korake / ulaze 	<ul style="list-style-type: none"> meriti performanse prema zahtevima sakupiti podatke o efikasnosti procesa
3. Analizirati	<ul style="list-style-type: none"> razviti hipoteze o uzrocima identifikovati "vitalnu manjinu" korena uzroka potvrditi hipoteze 	<ul style="list-style-type: none"> identifikovati "najbolje prakse" oceniti dizajn procesa <ul style="list-style-type: none"> dodavanje / ne dodavanje vrednosti uska grla/prekidi alternativni putevi pročistiti zahteve
4. Poboljšati	<ul style="list-style-type: none"> razviti ideje za uklanjanje korena uzroka testirati rešenja standardizovati rešenje / meriti rezultate 	<ul style="list-style-type: none"> dizajnirati novi proces <ul style="list-style-type: none"> proveriti pretpostavke primeniti kreativnost principi toka posla implementirati novi proces, strukture, sisteme
5. Kontrolisati	<ul style="list-style-type: none"> uspostaviti standardna merenja za održavanje performanse korigovati probleme kako je potrebno 	<ul style="list-style-type: none"> uspostaviti merenja & preispitati radi održavanja performanse korigovati probleme kako je potrebno

DMAIC model za dostizanje Six Sigma performansi dokazao je svoju svrsishodnost u mnogim vodećim kompanijama u svetu. Ono što CIM College već primenjuje u kompanijama u Jugoslaviji, a o čemu će biti više reči u ovom radu, jeste kako da se taj model približi običnom korisniku koji ne poseduje ekspertska znanja iz statističkih metoda ili drugih metoda i alata kvaliteta koji su neophodni za dostizanje izvrsnosti. Postavljajući sebi takvu misiju uspeli smo da do te mere pojednostavimo primenu tog modela tako da može da nađe primenu bilo u proizvodnim ili uslužnim organizacijama. Na primeru jedne proizvodne organizacije koja radi 24 časa dnevno, 7 dana u nedelji i 52 nedelje godišnje to će biti i pokazano.

Put do dostizanja perfekcije, što treba da bude vizija svake organizacije bilo da se bavi proizvodnim ili uslužnim delatnostima, prolazi kroz pet osnovnih koraka koji predstavljaju putnu kartu ka izvrsnosti. Tih pet koraka koje navodimo niže, prema sadašnjim saznanjima u oblasti menadžmenta, predstavljaju "jezgro konkurentnosti" za uspešnu organizaciju u 21-om veku:

1. Identifikovati jezgro procesa i ključne kupce (faza Define)
2. Definisati zahteve kupca i karakteristike od kojih zavisi ispunjenje tih zahteva (faza Define)
3. Izmeriti karakteristike kritične za kvalitet, odnosno tekuće performanse (faza Measure)
4. Napraviti prioritet, analizirati i implementirati poboljšanja (faze Analyze i Improve)
5. Kontrolisati, proširiti i integrisati Six Sigma sistem (faza Control)

Putna karta nije samo put za Six Sigma poboljšanje; menadžeri će vrlo verovatno imati potrebu da podese redosled ovih koraka, ili čak da startuju više nego jedan od njih istovremeno. Ono što čini ove puteve "idealnim", ipak, je to, uzeto u ovom rasporedu, da ove aktivnosti izgrađuju osnovni temelj koji će potom podržati i održati Six Sigma *poboljšanje*. Specijalno, prednosti putne karte uključuju:

- Jasno razumevanje biznisa kao interno povezanog sistema procesa i kupaca.
- Bolje odluke i korišćenje resursa, radi davanja najveće moguće količine koristi od vaših Six Sigma poboljšanja.
- Kraća vremena ciklusa poboljšanja, zahvaljujući boljim direktnim podacima i izborom projekata.

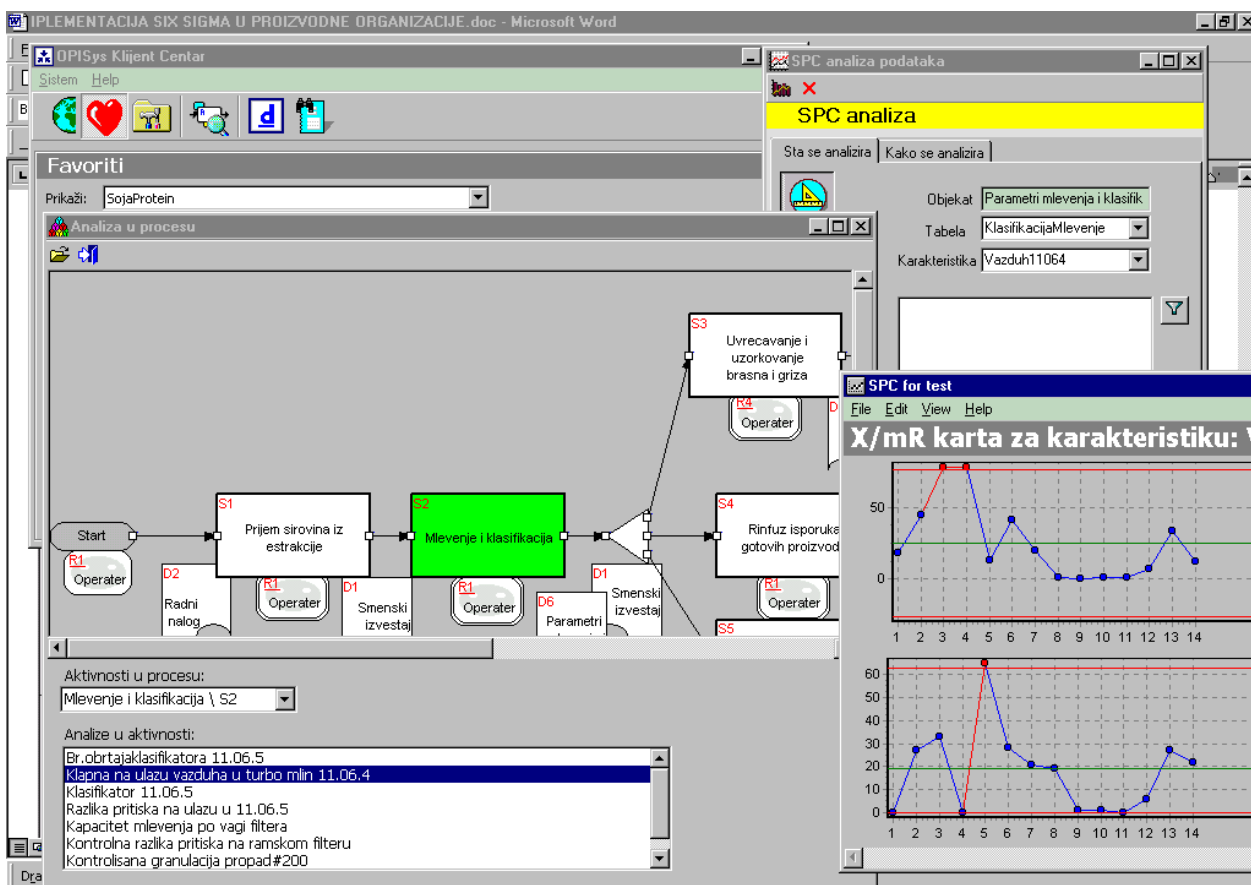
- Tačnija validacija Six Sigma dobiti - bilo u dolarima, defektima, zadovoljstvu kupca ili drugim merama.
- Jača infrastruktura za podršku promeni i održavanje rezultata.

3. Implementacija Six Sigma

Menadžment kompanije Sojaprotein, posle upoznavanja sa konceptom TQL Total Quality Leadership i Six Sigma, odlučilo je u **fazi definisanja** da poboljša PROCES PROIZVODNJE SOJINOG BRAŠNA I GRIZA, kao značajni proces te kompanije koji obezbeđuje najveće prihode. Za snimanje procesa po SIPOC – Supplier Input Process Output Customer formiran je multidisciplinarni tim iz svih funkcija kroz koje prolazi proces. Članovi tima, u saradnji sa predstavnicima CIM Colege snimili su proces PROIZVODNJE SOJINOG BRAŠNA I GRIZA po SIPOC modlu uz korišćenje Visual Processes i timski rad.

Na osnovu snimljenog procesa i urađenog priručnika o procesu tim je mogao da pristupi prečišćavanju procesa i **definisanju karakteristika od kojih zavisi kvalitet na izlazu** (čime je ispunjena faza Define). Naime, članovi tima su definisali parametre Xs na ulazu u proces i u samom procesu od kojih zavisi Ys na izlazu iz procesa, odnosno kvalitet dobijenog brašna i griza. To je omogućilo saradnicima CIM College da implementiraju integrisani informacioni sistem OPISys - Object Process Integration System na proces proizvodnje sojinog brašna i griza, odnosno da izvrše informacionu podršku tako prečišćenog i poboljšanog procesa. Time je omogućeno učesnicima u procesu proizvodnje sojinog brašna i griza **da mere u procesu** (čime je ispunjena faza Measure) i da vide svoju aktivnost, kao i vezu sa drugim aktivnostima, a menadžerima su omogućili "pogled ptice na proces", odnosno kompletan monitoring nad procesom. Pri tome su integrisani i alati kvaliteta, Pareto metoda i Statistička kontrola procesa što omogućava automatsko provođenje analiza. Pareto analiza izdvaja "vitalnu manjinu" oko koje treba da se fokusiraju naponi poboljšanja, a dobijene kontrolne karte ukazuju na stabilnost i sposobnost procesa iskazane preko karakteristika koje se mere.

Na slici 1 se vide osnovni meni OPISys Klijent Center, karta procesa proizvodnje sojinog brašna i griza, parametri koji se prate u aktivnosti "Mlevenje i klasifikacija", kao i SPC analiza koja omogućava pristup i nadgledanje parametara procesa, a to znači i samog procesa.



Ovde je posebno važno naglasiti da u fazi definisanja stručnjaci treba da odrede aktivnosti u kojima je važno pratiti karakteristike parametara procesa, kao i same vrednosti tih karakteristika, kako bi iste mogle da se prate u narednoj fazi – fazi merenja. Za tu namenu CIM College je ispod OPISys-a smestio softversku komponentu koja omogućava stručnjacima da u dijalogu sa OPISys-om definišu karakteristike procesa, kao i vrednosti u kojima treba da se kreću te karakteristike.

Jednom kada biznis shvati da poboljšanje proizvoda ili usluge znači poboljšanje procesa, centralno pitanje postaje, kako se ključni faktori u procesu identifikuju, definišu, optimiraju i kontrolišu? To je posao stručnjaka školovanih za metode i alate kvaliteta (Black Belt) da se fokusiraju na karakteristike kritične za kvalitet inherentne u proizvodu ili usluzi i zatim da poboljšavaju sposobnost takvih karakteristika “proveravanjem” promenljivih koje imaju najveći uticaj na procese.

Kako se povećava prosečna sposobnost karakteristike kritične za kvalitet, sposobnost odgovarajućeg procesa se povećava. Drugim rečima, sposobnost procesa je funkcija sposobnosti karakteristike kritične za kvalitet. Da bi poboljšali bilo koju karakteristiku kritičnu za kvalitet članovi tima moraju da izoluju ključne promenljive, uspostave granice prihvatljive varijacije i zatim kontrolišu faktore koji utiču na granice.

Poboljšanje znači razvijanje ideja za uklanjanje korena uzroka, testiranje tog rešenja i standardizacija. Ukoliko nije moguće da se ostvare poboljšanja samo uklanjanjem korena uzroka u postojećem procesu, potrebno je redizajnirati proces, ili u krajnjem slučaju napraviti i reinženjering procesa – dramatična promena postojećeg procesa ili njegova zamena novim procesom koji može da odgovori zahtevima kupaca.

Sposobnost bilo koje date karakteristike kritične za kvalitet je rezultat takvih stvari kao sposobnost mašine, sposobnost materijala, sposobnost ljudi i sposobnost menadžmenta. Na primer, sposobnost neke date mašine je jednostavno zbir njenih mehaničkih i električnih sposobnosti. Individualna sposobnost je odraz njene ili njene intelektualne, fizičke, emocionalne i duhovne sposobnosti. Korišćenjem ove perspektive, biznisi treba da budu sposobniji da vide kako se podržavaju hijerarhijskom prirodom internih relacija.

4. Zaključak

Model za dostizanje Six Sigma performanse, koji se opisuje u ovom radu, je disciplinovan metod korišćenja ekstremno rigorozno sakupljenih podataka i statističkih analiza za određivanje tačnog izvora grešaka i puteva za njihovo eliminisanje. Projekti poboljšanja kvaliteta koji koriste ovaj model izdvajaju informacije iz mora podataka koji se sakupljaju u fazi dva merenja. Na osnovu toga se dolazi do analiza koje ukazuju na poboljšanja koja mogu da imaju najveći uticaj na zadovoljstvo kupca, a to znači i najveći uticaj na porast prihoda kompanije. Drugim rečima, ovaj model pomaže da se fokusirate prvo i najistaknutije na poboljšanjima koja će imati najveći uticaj na vaš biznis.

5. Literatura

- [1] Edward W. Deming, Izlaz iz krize, Grmeč, 1990. godine.
- [2] Total Quality Leadership, DoD – Navy, 1996.
- [3] Mikel Hary, Richard Schoeder, Six Sigma the Breakstrouough management strategy, Currency, New Yourk, 2000.
- [4] Peter S.Pande, Robert P. Neuman, Roland R. Cavanagh, The Six Sigma way, McGraw-Hill, New York, 2000.
- [5] Thomas Pyzdek, The Six Sigma Handbook, McGraw-Hill, New York, 2001.
- [6] Stoilković, V. i drugi autori, Alati kvaliteta, CIM College, 1996. godine.
- [7] Stoilković, V. i drugi autori, Promenama do svetske klase, CIM College, 1998. godine.
- [8] Katalog softvera za sistem kvaliteta CIM College – katalog je dostupan preko Interneta na adresi: www.cimcollege.co.yu.

Abstract

Companies all over the world are implementing Six Sigma concept in order to improve performance of their business processes. Six Sigma methodology requires that company measure and analyze business processes.

This paper presents a DAMIC Define Analyze Measure Improve Control methodology and implementation in production companies.



M. Teslić-Aleksić¹

METROLOŠKA SLEDIVOST – USLOV ZA KVALITET PROIZVODA

Rezime: Pod metrološkom sledivošću, u ovom izlaganju podrazumeva se lanac sledivosti od nacionalnog (primarnog) etalona jedinice dužine, preko sekundarnog etalona (dva He-Ne lasera kao izvora svetlosti) i radnih etalona (graničnih planparalelnih mera) do merila dužine.

U radu je poseban osvrt dat na obezbeđenje tačne mere radnih etalona graničnih planparalelnih mera I reda, kojima se vrši pregled radnih etalona graničnih mera nižeg reda ili merila dužine. Merila dužine imaju veliku primenu u procesu proizvodnje.

Tačna mera prenesena od nacionalnog etalona do merila koje u proizvodnji upotrebljava krajnji korisnik, predstavlja uslov za postizanje kvaliteta proizvoda.

1. UVOD

Mnoge države imaju svoje nacionalne metrološke institucije, čiji je glavni zadatak ostvarivanje i čuvanje nacionalnih etalona jedinica fizičkih veličina, kao i unapređenje mernih metoda i mernih uređaja. One svojim zakonima regulišu uređenje u oblasti metrologije i kontrolišu njihovo sprovođenje. Zadatak nacionalnih metroloških institucija je i da organizuju međunarodne interkomparacije etalona i obezbede metrološku sledivost etalona u zemlji sa nacionalnim i međunarodnim etalonima.

S druge strane, tu je privreda, koja koristi etalone i merila, u raznim granama industrije.

Jasna je neraskidiva veza između nacionalne metrološke institucije i privrede. Niti metrološka institucija ima svrhu bez krajnjeg korisnika, niti krajnji korisnik može bez usluga metrološke institucije.

Naša nacionalna metrološka institucija je Savezni zavod za mere i dragocene metale (SZMDM). Ovde će se konkretno govoriti o vezi sa mašinskom industrijom, odnosno metalo-prerađivačkom, i obezbeđenju tačne mere za krajnjeg korisnika, a u cilju povećanja kvaliteta proizvoda.

2. ZNAČAJ GRANIČNIH MERA U MAŠINSKOJ INDUSTRIJI

Krajem XIX veka počela je da se razvija ideja o zamenjivosti delova, koja je usvojena od strane industrijskih zemalja kao model industrijske proizvodnje. Jedna od smetnji uvođenju ovakvog novog sistema je bila sledeća: da bi se kontrolisala veličina (dimenzije) delova, bilo je neophodno osigurati određen broj mera za proveru delova i pregled mernih instrumenata. Takođe je bio potreban veliki broj mera za kontrolu složenih proizvoda, tako da bi izrada i održavanje ovih mera zahtevala znatne troškove. Glavni korak ka pojednostavljenju ove situacije učinio je C. E. Johanson (švedski inženjer mašinstva).

Johansonova ideja, prvobitno formulisana 1896. godine, je bila da mali set mera koje se mogu kombinovati tako da formiraju sastavljene (složene) mere, mogu smanjiti broj mera potrebnih u industriji.

Johanson je pronašao da ako su dve nasuprotne stranice komada čelika napravljene kao veoma ravne i paralelne, dva takva komada mogu se slepiti zajedno, klizanjem jednog po drugom, sa veoma malim zazorom između njih. Širina ovog "sloja prionljivosti" je oko 25 nm, i bila je veoma mala u poređenju sa tolerancijama zahtevanim u to vreme, tako da su granične mere mogle da se dodaju jedna drugoj bez korekcije na debljinu međusloja.

¹ Maja Teslić-Aleksić, dipl.maš.inž., Savezni zavod za mere i dragocene metale,
Mike Alasa 14, Beograd, tel:3282-736

U SAD, ideju je sa oduševljenjem prihvatio Henri Ford i na osnovu njegovog primera granične mere su na kraju usvojene kao glavni etalon za dužinu u industriji, u to vreme.

Granične mere su etaloni dužine, koji imaju ravne i paralelne nasuprotne površine. Dužina granične mere je definisana pri standardnoj temperaturi od 20 °C.

Etaloniranje graničnih mera je jedno od najstarijih etaloniranja visoke preciznosti napravljenih u dimenzionoj metrologiji. Od tog otkrića na prelazu XIX u XX vek, granične mere su bile glavni izvor za standardizovanje merenja dužine u industriji. U većini merenja koja su od takvog trajnog značaja za očekivati je da merenja postaju sve tačnija i sve sofisticiranija tokom jednog veka od početka njihovog razvoja. Ovo je samo delimično tačno za granične mere zbog njihove krajnje jednostavnosti. Najtačnija merenja graničnih mera nisu se, u pogledu tačnosti, znatnije menjala u toku XX veka. Ono što se promenilo je znatno rasprostranjenija potreba za takvom tačnošću.

Da bi se zadovoljila potreba za višom tačnošću, metode etaloniranja graničnih mera se neprestano unapređuju.

3. METROLOŠKA SLEDIVOST OD NACIONALNOG ETALONA DO MERILA DUŽINE

Jedna od najpreciznijih metoda etaloniranja graničnih mera je interferencijska metoda. Savezni zavod za mere i dragocene metale poseduje interferencijski komparator za etaloniranje graničnih planparalelnih mera (slika 1).



Slika 1 – Kestersov tip interferencijskog komparatora

Radi povećanja mernih mogućnosti, tačnosti merenja, i smanjenja merne nesigurnosti, trenutno se u Saveznom zavodu za mere i dragocene metale radi na modernizaciji interferencijskog komparatora za etaloniranje graničnih mera.

Cilj ove modernizacije je da se zbog velikog značaja etalona graničnih mera u industriji, zadovolje potrebe u našoj zemlji u pogledu merne mogućnosti i tačnosti merenja.

Unapređenje interferencijskog komparatora za granične planparalelne mere podrazumeva izradu sistema za stabilizaciju i kontrolu temperature u interferometru, razvoj softvera za analizu interferencijske slike i zamenu spektralnih lampi stabilisanim laserima.

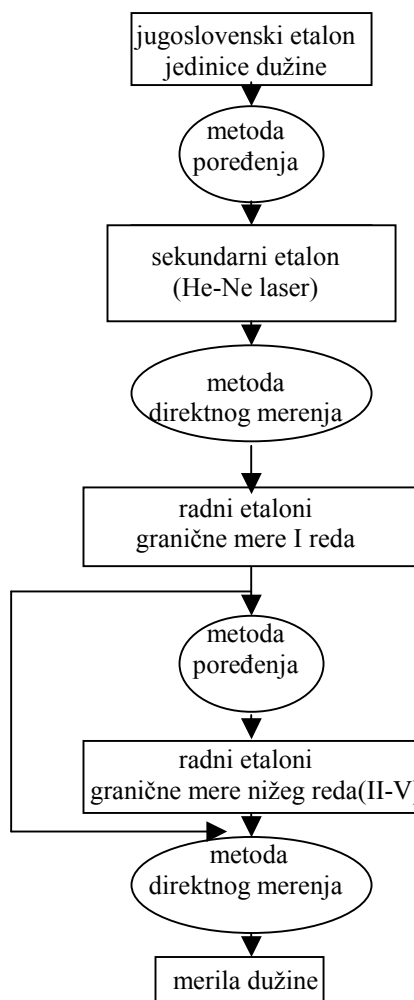
Interferencijska merenja graničnih planparalelnih mera spadaju u najtačnija dimenziona merenja. Da bi se dobila zadovoljavajuća tačnost ovih merenja potrebno je održavati stabilnim mikroklimatske uslove u prostoru u kome se vrše merenja. Jadan od faktora koji najviše utiču na tačnost ovih merenja je temperatura. Što je temperatura stabilnija i bliža 20 °C za vreme merenja, to su i merenja tačnija. Projektom je potrebno razviti sistem koji bi omogućio održavanje stabilne temperature u interferometru za vreme merenja u uskom temperaturnom intervalu oko 20 °C, kao i mogućnost njene stalne kontrole i očitavanja. U tu svrhu potrebno je napraviti osetljive temperaturne senzore koji bi merili temperaturu vazduha unutar interferometra i

temperaturu granične mere. Za regulisanje temperature postoje dve mogućnosti: 1) spoljašnjim klimatizerom, 2) unutar interferometra, sistemom za automatsko uključivanje grejanja ili hlađenja vazduha kad temperatura počne znatnije da odstupa od unapred definisanih granica oko 20 °C. Nadalje za modernizaciju interferometra, potrebno je napraviti optički sistem sočiva da bi se interferencijska slika mogla posmatrati CCD kamerom i preneti na računar. Potrebno je razviti i softver za analizu interferencijske slike primenom Furijeove analize i za obradu tako dobijenih mernih informacija, a u svrhu dobijanja konačnog rezultata interferencijskog merenja graničnih mera: njihove stvarne dužine. Zamenom monohromatskih izvora svetlosti (spektralne lampe) sa dva He-Ne lasera omogućiće se povezivanje sa jugoslovenskim etalonom jedinice dužine.

Realizacijom ovog projekta povisiće se tačnost, pouzdanost i brzina merenja graničnih planparalelnih mera pomoću interferencijskog komparatora, a razvojem softvera za analizu interferencione slike znatno će se olakšati proces merenja i automatizovati i olakšati obrada rezultata merenja (“inteligentna metrologija”), čime će se eliminisati mogućnost subjektivne greške operatera prilikom analize interferencijske slike.

Na taj način postići će se da nacionalna laboratorija za interferencijski komparator za granične planparalelne mere, razvije tehničke i merne sposobnosti koje su potrebne jugoslovenskoj privredi, radi obezbeđenja tačne mere i tačnog merenja dimenzija u industriji.

Skraćena (tj. uprošćena) hijerarhijska šema prikazana na slici 2. pokazuje put prenošenja tačne mere od nacionalnog etalona do merila dužine, koja se koriste u procesu proizvodnje.



Slika 2 – Lanac sledivosti

Na ovaj način ostvarena je metrološka sledivost etalona i merne opreme. To je jedan od značajnih faktora koji utiču na kvalitet proizvoda. Ukoliko se neka mera može postići sa što većom tačnošću, time se povećava i kvalitet krajnjeg proizvoda.

4. METROLOŠKE LABORATORIJE – VEZA NACIONALNE METROLOŠKE INSTITUCIJE SA PRIVREDOM

Savezni zavod za mere i dragocene metale kao nacionalna metrološka institucija poseduje nacionalni (primarni – izrađen po definiciji) etalon jedinice dužine. Da bi se obezbedila tačna mera potrebno je svu mernu opremu i etalone povezati sa nacionalnim etalom. SZMDM obezbeđuje etaloniranje He-Ne lasera (koji se koristi kao izvor zračenja u interferencijskom komparatoru), i prenošenje tačne mere metodom interferencije na radne etalone I reda (granične mere klase 00 i 0). Pregled radnih etalona graničnih mera nižeg reda i merila dužine obavlja se u metrološkim laboratorijama. Zavisno od subjekta koji obavlja pregled ili namene merila ove laboratorije se mogu podeliti na: 1) Laboratorije u kojima pregled merila obavljaju državni organi kontrole: to su laboratorije metrološko-razvojnog i kontrolno-inspekcijskog sektora Zavoda, kao i laboratorije popravljača merila (tj. serviseri); 2) Akreditovane metrološke laboratorije: laboratorije akreditovane od strane jugoslovenskog akreditacionog tela (JUAT-a) u saradnji sa SZMDM; 3) Laboratorije za pregled merila u sopstvenom proizvodnom procesu: imaoći merila koja se koriste u proizvodnom procesu mogu sami da vrše periodične i vanredne preglede merila, overenim radnim etalonima, koje je pregledao Zavod, Kontrola ili akreditovana metrološka laboratorija.

Savremene proizvodne organizacije u svom sastavu trebalo bi da imaju metrološke laboratorije. Njihova neophodnost iskazana je u potrebi i svakodnevnoj borbi proizvodnih organizacija za postizanjem visokog kvaliteta proizvoda.

Ovakav uređeni sistem metroloških laboratorija omogućava uopšte uspostavljanje sistema kvaliteta u industriji. Da bi sistem funkcionisao u vremenu potrebno je ostvariti sledeće. SZMDM mora učestvovati u interkomparacijama jugoslovenskog etalona jedinice dužine sa nacionalnim etalonima drugih metroloških institucija. Metrološke laboratorije, takođe moraju da proveravaju svoje merne mogućnosti putem uporednih merenja između laboratorija, i da redovno vrše etaloniranje svojih etalona u SZMDM.

5. ZAKLJUČAK

Obezbeđenjem metrološke sledivosti etalona i merne opreme, na napred opisan način, i uspostavljanjem sistema kvaliteta u svim metrološkim laboratorijama, postići će se konstantan visok kvalitet proizvoda. Tako se kao krajnji cilj postiže konkurentnost domaćih proizvoda na tržištu, kao preduslov integracije naše privrede u evropskoj uniji i svetskom tržištu uopšte.

Značaj "inteligentne proizvodne metrologije" biće sve veći razvojem kako hardvera, tako i softvera, i uopšte automatizacijom metroloških procesa. Time će neminovno rasti kvalitet proizvoda, uz nesumnjive racionalizacije procesa, vremena i materijala.

Sa aspekta teme rada, ovo je bio pokušaj da se praktično poveže metrološka sledivost etalona sa uslovom za kvalitet proizvoda, kao doprinos SZMDM povećanju kvaliteta proizvoda.

Abstract: Traceability chain, given in this work, begins with the national (primary) standard of the unit of length, through the secondary standards (two He-Ne lasers as a source of light), and the working standards (gauge blocks) for the measuring instruments of length.

Special review is given about security of exact measures of the working standards (first order gauge blocks), which are used for the examinations of the low orders working standards or the measuring instruments of length. The measuring instruments of length are used very often in production processes.

The exact measure transferred from the national standard into the measuring instruments used in the production process by the final user, is one of the conditions for the realization of the product quality.

6. LITERATURA

1. V. Živković, D. Tasić: "Osnovi metrologije", SZMDM, Beograd, 1998.
2. Zakon o mernim jedinicama i merilima ("Službeni list SRJ", br. 80/94, 28/96 i 12/98), Beograd, 2000.
3. Ted Doiron, John S. Beers: "The Gauge Block Handbook", NIST Monograph 180, Washington, 1995.
4. International journal of pure and applied metrology "Metrologia", Number 6, Volume 34, BIPM. 1997.
5. Glasnik Saveznog zavoda za mere i dragocene metale, Broj 3, Beograd, 1995.
6. Glasnik Saveznog zavoda za mere i dragocene metale, Broj 4, Beograd, 1990.
7. J. Todorović, D. Zelenović: "Efektivnost sistema u mašinstvu", Naučna knjiga, Beograd, 1990.

M. Veljić¹, D. Živković²**SISTEM KVALITETA PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA PNEUMATSKIH SEJALICA**

Rezime: U radu su date specifičnosti koje se odnose na eksploataciju i održavanje žitnih pneumatskih sejalice. Za postizanje kvaliteta održavanja, saglasno standardima o sistemu kvaliteta, razmatrano je preventivno održavanje sejalice koje se odnosi na svakodnevne preglede, ekspertize, podmazivanje, otklanjanje nedostataka, urgentne popravke itd. Analizirani su normativi i realne potrebe za brojem radnika angažovanih u procesu preventivnog održavanja, utrošak materijala, kao i potrebno vreme rada na preventivnom održavanju sejalice za konkretno poljoprivredno preduzeće.

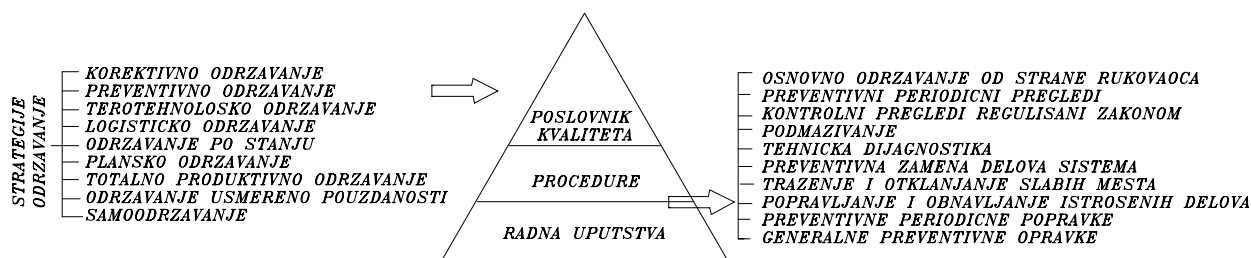
Ključne reči: Sistem kvaliteta, pneumatska sejalice, podmazivanje, pouzdanost

1. UVOD

Pneumatske sejalice rade u toku godine kratak period vremena (oko mesec dana), dok su ostalo vreme konzervirane i uskladištene. Kako je njihov rad vremenski terminiran i zavisi od vremenskih prilika, to svaki otkaz u toku sezone, dovodi do smanjenja obima proizvodnje, kao i mnogih drugih pratećih efekata. Iz tog razloga mora se njihovom preventivnom održavanju pristupiti na odgovarajući način. Podmazivanje je deo preventivnog održavanja i od blagovremenog i kvalitetnog izvršenja operacije zavisi i nivo pouzdanosti u radu. Sistem kvaliteta u preventivnom održavanju ima za cilj da obuhvati sve zahteve i operacije koje definišu uticaj ljudskog, vremenskog, ekonomskog i drugih faktora na postizanje izvršenja agrotehničkih zahteva.

2. SISTEM KVALITETA

Sistem kvaliteta predstavlja organizacionu strukturu koja obuhvata odgovornost, postupke, procese i resurse za upravljanje kvalitetom, odnosno definiše principe na kojima se odvija rad većine funkcija u preduzeću. Kvalitet mora da bude ugrađen u proizvod. To se može postići samo uvođenjem i doslednom primenom sistema kvaliteta koji treba da obuhvati ceo proizvodni procese od projektovanja pa sve do održavanja proizvoda. Uvođenje sistema kvaliteta u preduzećima treba da dovede do smanjenja neispravnosti, odnosno sprečavanja mogućnosti da do neispravnosti uopšte i dođe. Pri održavanju tehničkog sistema, shodno standardima JUS 9000 mora se primeniti strategija održavanja koja je data na slici 1.



Slika 1. Prikaz potrebnih procedura za definisanje Sistema kvaliteta u preventivnom održavanju

¹Prof. dr Milan Veljić, dipl.maš.ing., Mašinski fakultet u Beogradu; E-mail: pmveljic@alfa.mas.bg.ac.yu

²Dr Dragan Živković, dipl.maš.ing., profesor VTŠ Zrenjanin; E-mail: zivkkev@drenik.net

3.SPECIFIČNOST RADA PNEUMATSKIH SEJALICA

Pneumatske sejalice za vrstačnu setvu se koriste za setvu strnih žita (pšenica, raž, ječam i sl.), leguminoza (detelina, lucerka, stočni grašak i sl.), ulane repice i drugih biljaka. Za transport semena od aparata za setvu, kroz semenoprovodnike, koristi se vazдушna struja od ventilatora. Pokazatelji kvaliteta rada setve su ujednačenost rastojanja semena u redu i dubina postavljanja semena. Setva na suvom ili vlažnom zemljištu dovodi do naslaga blata ili prašine na pokretnim segmentima sejalice, pa i do blokiranja nosača ulagača i začepljenja ulagača [1]. Pogon aparata za setvu je od točkova sejalice, preko lančastog prenosa, a pogon ventilatora od priključnog vratila traktora. Zbog velike širine zahvata (sejalica IMT.634.720 obavlja setvu u 51 reda sa međurednim rastojanjem od 12 cm) potrebno je obezbediti kopiranje terena, kao i odizanje krila sa setvenim aparatima pri transportu.

4.PODMAZIVANJE

Podmazivanje je važna aktivnost preventivnog održavanja. Da bi se izbegle eventualne greške, koje mogu nastati u procesu podmazivanja, potrebno je uvesti odgovarajuću proceduru [2], [3] koja treba da definiše:

- sva mesta koje je potrebno podmazivati,
- metodologiju podmazivanja,
- način podmazivanja,
- vreme podmazivanja,
- vrstu maziva,
- količinu potrebnog maziva,
- bezbednost radnika pri podmazivanju,
- ko vrši podmazivanje,
- potrebnu dokumentaciju po kojoj se vrši podmazivanje i evidencija o izvršenom podmazivanju,
- proceduru o vremenu i načinu nabavke i skladištenja odgovarajućeg maziva,
- ko može da vrši promene postupka i sredstava podmazivanja,
- metodologiju za brzu intervenciju u slučaju potrebe
- ko je odgovoran za izvršenje ili neizvršenje odgovarajućih aktivnosti podmazivanja.

5.REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Poljoprivredno preduzeće “Miro Popara”, iz Sečnja, sa 1600 ha obradivog zemljišta, isključivo se bavi primarnom poljoprivrednom proizvodnjom, od koje 2/3 površina se koriste za vrstačnu setvu.

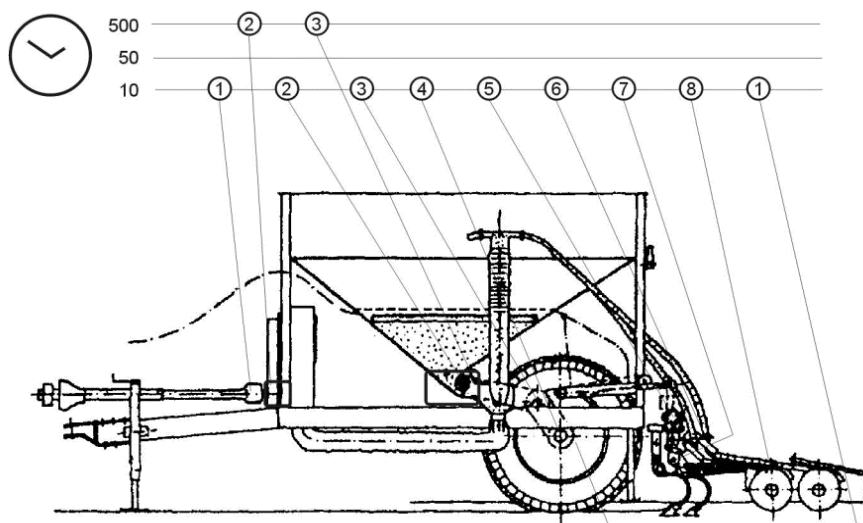
Pšenica	od 1.X do 15.XI	8 dana	za 300 ha
Ječam	od 1.X do 15.XI	9 dana	za 400 ha
Uljana repica	od 1.IX do 15.X	6 dana	za 250 ha
Soja	od 1. IV do 1.V	25 dana	za 250 ha
Lucerka	od 1. IV do 1.V	2 dana	za 15 ha
Jari ječam	od 1. IV do 1.V	2 dana	za 20 ha

Nakon završetka godišnjeg radnog učinka, mašine se konzerviraju i čekaju novu radnu sezonu.

Postupak konzerviranja sastoji se u sledećem:

- Pre uskladištenja, sejalice se detaljno očisti, izvrši se pregled svih delova i konstatuje radno stanje mašine.
- Vršiti se otpuštanje remenika ventilatora,
- Uskladištenje sejalice se vrši na suvom, i po mogućstvu zatvorenom mestu,
- Za vreme uskladištenja gumena kućišta setvenih aparata spustiti u donji položaj
- Krila sejalice treba držati što manje podignuta, jer su tada sprovodna creva presavijena i ako bi u tom položaju ostala tokom cele godine došlo bi do njihovog oštećenja i deformacije
- Dekonzervacija mašine se vrši početkom radne sezone

Jedna od stranica radnog uputstva za podmazivanje pneumatske sejalice IMT.634.720, po zahtevu Sistema kvaliteta sadrži izgled sejalice sa mestima za podmazivanje, slika 2., i podatke o vremenskom ciklusu, vrsti i količini potrebnog maziva, Tabela 1.



Slika 2. Izgled sejalice IMT.637.720

Tabela 1. Vremenski ciklus podmazivanja, vrsta i količina maziva

Red. Broj	NAZIV DELA	Vremenski ciklus (h)	VRSTA MAZIVA	Količina maziva (l)
Podmazati mašču				
1.	Kardansko vratilo	10	NGLI 310-340	0,05
2.	Ležišta osovina setvenih aparata	10		0,05
3.	Osovina kandžastih spojnice	10		0,03
4.	Ležišta osovina koje povezuju levo i desno krilo	10		0,05
5.	Ležišta osovina točkova	10		0,05
6.	Člične kuglice koje vezuju nosače ulagača sa krilom	10		0,01
7.	Osovinice i diskove markera	10		0,05
8.	Ležište osovina za zakretanje ulagača	10		0,05
Podmazati uljem				
1.	Lanci	10	SAE-10,30.45	
2.	Multiplikator- zamena ulja	500	SAE 90	1
3.	Varijator- zamena ulja	500	TRANSHIDROL-85 GALAX MHT	2,85

Analizom vremena potrebnog za preventivno održavanje, Tabela 2., može se odrediti operativna gotovost i operativna raspoloživost.:

Operativna gotovost, G_o , pneumatskih sejalica iznosi:

$$G_o = (t_k + t_s) / (t_k + t_s + t_z) = (558 + 3030) / (558 + 3030 + 62) = 0,98$$

a operativna raspoloživost, R_o , pneumatskih sejalica iznosi:

$$R_o = t_k / (t_k + t_z) = 558 / (558 + 62) = 0,9$$

gde je:

$t_k = 558$ (h/god) -vreme korišćenja,

$t_s = 3030$ (h/god) -vreme kada pneumatska sejalica ne radi ali je spremna za upotrebu,

$t_z = 62$ (h/god) -vreme zastoja

Tabela 2: Aktivnosti preventivnog održavanja pneumatskih sejalica

Vrem. ciklus odr	Operacije održavanja	Vreme rada
Dnevno ili na 10 sati rada	1. Provera ispravnosti ulagača, sprovodnika za seme, markera i aparata za distribuciju semena, zategnutost lanca i remena ventilatora	10
	2. Svakodnevno podmazivanje: Ležišta osovina setvenih aparata	2
	Ležišta osovina koje povezuju središnje krilo sa levim i desnim krilom	2
	Sve hidraulične cilindre	5
	Ležišta osovina točkova levog i desnog krila	2
	Osovinu kandžaste spojnice	2
	Osovinice markera i diskove markera	2
	Lanci se moraju podmazati uljem.	5
	Zatezni koturovi podmazuju se mašću	2
	Teleskopske cevi kardanskog vratila moraju se podmazati mašću da bi se omogućilo aksijalno kretanje i kod opterećenja	2
	Sve čelične kuglice koje vezuju nosače ulagača sa krilom podmazati mašću	5
	Kardansko vrastilo	5
	Podmazati ležišta osovina za zakretanje ulagača	3
	Proveriti pritisak vazduha u pneumatiku	2
	<i>Vrlo je važno je da hidraulične instalacije traktora i sejalice budu napuvene istom vrstom ulja</i>	
Svakih 50 sati rada	1. Provera količine ulja u manipulatoru brzine ventilatora	5
	2. Provera količine ulja u varijatoru	5
	1. Zamena ulja u manipulatoru brzine ventilatora	15
	2. Zamena ulja u varijatoru	15

6. ZAKLJUČAK

Uvođenje Sistema kvaliteta u održavanje pneumatskih sejalica i njegova dosledna primena su neophodni i usmereni na smanjivanje neispravnosti odnosno sprečavanje mogućnosti da do neispravnosti uopšte i dođe. Pravilno podmazivanje i održavanje, uz korišćenje kvalitetnih maziva i ulja može umnogome da smanji broj iznenadnih otkaza kod pneumatskih sejalica. Smanjivanjem broja otkaza povećava se njihov kapacitet i smanjuju gubici do kojih može da dođe propuštanjem optimalnog vremena za setvu, usled čekanja na popravku i ponovno dovođenje hidraulične pneumatske sejalice u funkciju

7. LITERATURA

- [1] Veljić, M., Tehnološki procesi mehanizovane poljoprivrede, Mašinski fakultet, 1997, Beograd
 [2] Živković, D., Održavanje hidraulike kod kombajna, OMO broj 2, 1996, Beograd,
 [3] Živković, D., Uticaj podmazivanja na kapacitet univerzalnih strugova, OMO, 7-8, 2001, Beograd.

A SISTEM OF QUALITATIVE PREVENTIVE MAINTENANCE OF PNEUMATIC PLANTERS

Resume: In this work, the specifications both for exploitation and maintenance of the corn planters, are given. To attain quality of maintenance, in accordance with the standards of the system of quality, the preventive maintenance of planters relating to every day examinations expertise, lubrication, elimination of defects, urgent repairs, etc. are taken into consideration. Normative and real necessities of a number of workers engaged in the process of preventive maintenance, consumption of material as well as the required working time for preventive maintenance of planters for a particular agricultural firm, have been analysed.

Key words: a system of quality, a pneumatic planter, lubrication, reliability.



Mališa Žižović¹, Radojica Petrović², Olivera Nikolić³

TRANSFORMACIJA INFORMACIJA KAO KRITERIJUM ZA VIŠEKRITERIJUMSKU OCENU SISTEMA KVALITETA

Rezime

U radu je predložen jedan novi kriterijum za višekriterijumsku bazu za ocenu sistema kvaliteta koji se odnosi na kvalitet procesa kao mesta transformacije informacija.

1. UVOD

Uspešnost sistema kvaliteta u celini zavisi od kvaliteta procesa koji se u njemu odvijaju i njihove međusobne komunikacije, odnosno od sposobnosti svakog procesa da pravilno iskoristi informacije koje dobija i da proizvede kvalitetne informacije koje će proslediti drugim procesima.

Kao što je konstatovano u [1] i [2], informacije koje dolaze u proces spolja, mogu se razvrstati u tri kategorije: korisne, prazne i štetne. Informacije koje uđu u proces doživljavaju transformaciju prolazeći kroz faze raspoznavanja, obrade (popravljanja) i izlazne transformacije. Raspoznavanjem se određuje kategorija informacije, koja može biti: *K* - korisna, *P* - prazna ili *Š* - štetna. Popravljanje dobijenih informacija ima za cilj da se prazne i štetne informacije prevedu u korisne, ili da se eliminišu, a da se korisne informacije ne menjaju. Izlazna transformacija informacija se zasniva na informacijama koje su prepoznate kao korisne ili popravljene u korisne i ima za rezultat informacije koje proces prosleđuje drugim procesima i čija kategorija (korisna, prazna ili štetna) se određuje sa stanovišta procesa koji informaciju prima. Cilj ovog rada je da se na osnovu ocena procesa kao mesta transformacije informacija, koje su definisane u [2] i [3], definiše nova kriterijumska funkcija za višekriterijumsku ocenu sistema kvaliteta po metodi izloženoj u [4].

2. TRANSFORMACIJA INFORMACIJA

Kao što je izloženo u [2] i [3], idealan rezultat raspoznavanja informacija je da se svaka informacija raspozna u svojoj kategoriji. Međutim, u realnoj situaciji su moguće i greške, pa se raspoznavanje informacije I_i ($i = 1, 2, \dots, m$) u procesu P_j ($j = 1, 2, \dots, n$) može opisati fazi-skupom:

$$\left(\begin{array}{cccccccccc} Kk & Pp & Šš & Pš & Šp & Kp & Kš & Pk & Šk \\ P_{(ij)1} & P_{(ij)2} & P_{(ij)3} & P_{(ij)4} & P_{(ij)5} & P_{(ij)6} & P_{(ij)7} & P_{(ij)8} & P_{(ij)9} \end{array} \right) \quad (1)$$

čiji elementi predstavljaju ishode raspoznavanja:

Kk - korisna informacija se raspoznaje kao korisna

Kp - prazna informacija se raspoznaje kao prazna

Šš - štetna informacija se raspoznaje kao štetna

pŠ - prazna informacija se raspoznaje kao štetna

...

Šk - štetna informacija se raspoznaje kao korisna,

¹ Prof. dr Mališa Žižović, dipl. mat., Tehnički fakultet u Čačku, E-mail: zizo@tfc.kg.ac.yu

² mr Radojica Petrović, dipl. mat., Tehnički fakultet u Čačku, E-mail: radp@ptt.yu

³ mr Olivera Nikolić, Viša ekonomska škola, Valjevo, Yugoslavia

sa procenama ostvarenosti pojedinih ishoda $p_{(ij)k} \in [0, 1]$, ($i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$, $k = 1, 2, \dots, 9$). Ako informacija I_i i proces P_j nisu asocirani, tada je po definiciji $p_{(ij)k} = 0$ ($k = 1, 2, \dots, 9$).

Ako je informacija I_i prepoznata kao prazna ili štetna, onda se njena obrada radi poboljšanja u procesu P_j može predstaviti fazi-skupom:

$$\begin{pmatrix} \check{K} & pK & \check{e} & pe & pP & \check{P} & \check{S} & p\check{S} \\ q_{(ij)1} & q_{(ij)2} & q_{(ij)3} & q_{(ij)4} & q_{(ij)5} & q_{(ij)6} & q_{(ij)7} & q_{(ij)8} \end{pmatrix} \quad (2)$$

čiji elementi predstavljaju ishode popravljanja:

\check{K} - informacija koja je raspoznata kao štetna pretvara se u korisnu
 pK - informacija koja je raspoznata kao prazna pretvara se u korisnu
 \check{e} - informacija koja je raspoznata kao štetna biva eliminisana
 pe - informacija koja je raspoznata kao prazna biva eliminisana
 \dots
 $p\check{S}$ - informacija koja je raspoznata kao prazna pretvara se u štetnu,

sa procenama ostvarenosti pojedinih ishoda $q_{(ij)k} \in [0, 1]$, ($i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$, $k = 1, 2, \dots, 8$). Ako informacija I_i i proces P_j nisu asocirani, tada je po definiciji $q_{(ij)k} = 0$ ($k = 1, 2, \dots, 8$).

Za izlaznu transformaciju su bitne samo informacije koje su raspoznate kao korisne (k) ili pretvorene u korisne, na osnovu kojih proces proizvodi izlazne informacije, koje mogu biti korisne (K), prazne (P) ili štetne (\check{S}), što se može predstaviti fazi-skupom

$$\begin{pmatrix} kK & kP & k\check{S} \\ r_{(ij)1} & r_{(ij)2} & r_{(ij)3} \end{pmatrix} \quad (3)$$

gde brojevi $r_{(ij)k} \in [0, 1]$, ($i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$, $k = 1, 2, 3$) iskazuju procenjenu ostvarenost odgovarajućih ishoda. Ako Informacija- i i proces Proces- j nisu asocirani, tada je o definiciji $r_{(ij)k} = 0$ ($k = 1, 2, 3$).

3. OCENA MESTA TRANSFORMACIJE

Ocena mesta transformacije informacija treba da odrazi kompetentnost izvršilaca i drugih resursa za selekciju, obradu i izlaznu transformaciju informacija. Da bismo utvrdili ocenu kompetentnosti, dodelićemo svakom ishodu raspoznavanja, obrade i izlazne transformacije informacija odgovarajuću numeričku vrednost koja može biti pozitivna ili negativna tako da izražava procenu koristi ili štete konkretnog ishoda.

Raspoznavanje informacije I_i u procesu P_j može se opisati fazi-skupom

$$\begin{pmatrix} x_{(ij)1} & x_{(ij)2} & x_{(ij)3} & x_{(ij)4} & x_{(ij)5} & x_{(ij)6} & x_{(ij)7} & x_{(ij)8} & x_{(ij)9} \\ p_{(ij)1} & p_{(ij)2} & p_{(ij)3} & p_{(ij)4} & p_{(ij)5} & p_{(ij)6} & p_{(ij)7} & p_{(ij)8} & p_{(ij)9} \end{pmatrix} \quad (4)$$

gde su $x_{(ij)k}$ brojevi koje pridružujemo kao ocenu ishodima prepoznavanja iz (1).

Na isti način se popravljanje informacije I_i u procesu P_j može opisati fazi-skupom

$$\begin{pmatrix} y_{(ij)1} & y_{(ij)2} & y_{(ij)3} & y_{(ij)4} & y_{(ij)5} & y_{(ij)6} & y_{(ij)7} & y_{(ij)8} \\ q_{(ij)1} & q_{(ij)2} & q_{(ij)3} & q_{(ij)4} & q_{(ij)5} & q_{(ij)6} & q_{(ij)7} & q_{(ij)8} \end{pmatrix} \quad (5)$$

a izlazna transformacija kojom se proizvodi informacija I_i u procesu P_j može se opisati fazi-skupom

$$\begin{pmatrix} z_{(ij)1} & z_{(ij)2} & z_{(ij)3} \\ r_{(ij)1} & r_{(ij)2} & r_{(ij)3} \end{pmatrix} \quad (6)$$

Ocene procesa P_j kao mesta transformacije informacije I_i :

\bar{x}_{ij} - za raspoznavanje,

\bar{y}_{ij} - za popravljavanje i

\bar{z}_{ij} - za izlaznu transformaciju

definišemo formulama:

$$\bar{x}_{ij} = \sum_{k=1}^9 x_{(ij)k} P_{(ij)k} \quad (7)$$

$$\bar{y}_{ij} = \sum_{k=1}^8 y_{(ij)k} P_{(ij)k} \quad (8)$$

$$\bar{z}_{ij} = \sum_{k=1}^3 z_{(ij)k} P_{(ij)k} \quad (9)$$

Kompletna ocena mesta transformacije informacija data je formulom

$$K_{(ij)} = \bar{x}_{ij} + \bar{y}_{ij} + \bar{z}_{ij} \quad (10)$$

uz pretpostavku da su sve tri komponente isto vrednovane sa stanovišta preferenci donosioca odluke. Inače, mogu se uvesti težinski koeficijenti za ove tri komponente.

Ovaj postupak primenjujemo na svako mesto transformacije, odnosno za svaku asocijaciju informacije i procesa (I_i, P_j) i definišemo maksimizirajuću kriterijumsku funkciju

$$K = \sum_{\substack{i=1,2,\dots,m \\ j=1,2,\dots,n}} \alpha'_{ij} K_{ij} \quad (11)$$

gde je α'_{ij} normalizovana fazi-ocena značaja asocijacije (I_i, P_j) kao što je definisana u [3].

Kriterijumska funkcija (11) se može primeniti na postojeće stanje procesa poslovnog subjekta čiji sistem kvaliteta se ocenjuje, kao i na moguće varijante nove organizacije njegovog sistema kvaliteta. Time je definisan novi kriterijum za rangiranje posmatranih alternativa, koji zajedno sa kriterijumima izloženim u [4] daje potpuniju ocenu kao osnov za donošenje odluke o izboru najpovoljnije razvojne varijante sistema kvaliteta. S druge strane ocene koje se dobijaju po formulama (10) i (11) ukazuju na potrebna kadrovska i organizaciona poboljšanja na kritičnim mestima u sistemu kvaliteta.

4. ZAKLJUČAK

Sposobnosti izvršilaca procesa da prepoznaju i pravilno upotrebe korisne informacije, a prazne i štetne da pretvore u korisne ili eliminišu, predstavlja značajn faktor sistema kvaliteta. Prikazanim postupkom se ocenjuje proces kao mesto transformacije informacija s obzirom na kompetentnost izvršilaca procesa u odnosu na vrednovanje i upotrebu informacija, bilo da je reč o ljudima bilo o uređajima. Dobijene ocene su značajne za odluku o razmeštaju kompetentnih kadrova i odgovarajućih resursa u sistemu kvaliteta, kao i za otkrivanje slabih tačaka u tokovima informacija koje treba popraviti preuređenjem sistema da bi se obezbedio željeni kvalitet svakog procesa i konačnog proizvoda, a kriterijumska funkcija koja je ovde definisana poboljšava ranije razvijenu metodu višekriterijumskog ocenjivanja sistema kvaliteta [4].

LITERATURA

- [1] Minić, V., Lazić, B., Milenković, Z.: "Kvantitativna ocena informacija u upravljačkim zadacima", Zbornik JUŽEL, Vrnjačka Banja, 1999.
- [2] Žižović, M., Petrović, R., Nikolić, O.: "Fuzzy-ocene mesta transformacije informacija u sistemu kvaliteta", Zbornik radova SYMORG, Zlatibor, 2002.
- [3] Žižović, M., Petrović, R., Nikolić, O.: "Ocena kvaliteta procesa kao mesta transformacije informacija", Zbornik radova SYM-OP-IS 2002, Tara, 2002.
- [4] Petrović, R., Žižović, M.: "Višekriterijumska optimizacija sistema kvaliteta ", Zbornik radova 28. Jupiter konferencija, Beograd, 2002.

INFORMATION TRANSFORMATION AS A CRITERION FOR MULTIPLE CRITERIA EVALUATION OF QUALITY SYSTEM

Summary

This paper presents a new criterion for multiple criteria evaluation of the quality system based on processes observed as information transformation places.

29. JUPITER KONFERENCIJA
29th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



POKROVITELJI

Beograd, februar 2003.

POKROVITELJI



Delta Banka, Beograd



Digit, Beograd

www.digit.co.yu



Informatika A.D., Beograd



Metalac A.D., Gornji Milanovac



MIKRO KONTROL, Beograd



Partner Inženjering, Beograd



TEHNICOMNET, Beograd



O DELTA BANCII

Dobrodošli **Zaposleni** **Posloводство** **Organizaciona šema** **Poslovni prostor**

Delta Banka je poslovna univerzalna banka sa sedištem u Beogradu i 32 poslovne jedinice, 62 ekspoziture i 9 šaltera u gradovima Srbije. Osnovana je 16. oktobra 1991. godine, kao akcionarsko društvo. Delta Banka danas raspolaže kapitalom od 61 milion €.



Pored razvijene mreže poslovnih jedinica, osnovne karakteristike Banke koje joj obezbeđuju sadašnji ugled i perspektive razvoja su: visokoprofesionalan kadar, dinamičan rukovodeći tim, značajno učešće u depozitnom potencijalu poslovnog bankarstva Jugoslavije, visok nivo devizne štednje građana, velika korespondentska mreža u inostranstvu koju čini 156 korespondenata, stalna likvidnost. Ima 50.840 komitenata i 35.000 deponenata. Banka na vreme izvršava sve dospele obaveze i karakteriše je dobro organizovana interna kontrola, praćenje rizika svojstvenih bankarskih poslovanju i moćan informacioni sistem.

Strategija Delta Banke

Delta Banka teži da dostigne najviše svetske standarde u bankarstvu i uslugama. Osnovni pravci razvoja Banke uključuju razvoj poslova sa stanovništvom, dalji razvoj mreže poslovnih jedinica, kao i proširivanje saradnje sa vodećim svetskim bankama. Od strateškog značaja je prikupljanje sredstava sa akcentom na rast dugoročnih izvora, kontrolisani porast kreditnog portfolija i širenje obima i kvaliteta usluga. Posebna pažnja pridaje se razvoju e-bankinga, kao osnovnog vida bankarstva budućnosti.

Poverenje klijenata u dugoročnu stabilnost Delta Banke obezbeđuje se objavljivanjem pouzdanih informacija o finansijskom stanju Banke, posebno o njoj solventnosti, likvidnosti i upravljanju rizicima. Obezbeđenje konkurentnosti na tržištu Delta Banka postiže i smanjenjem operativnih troškova putem racionalizacije u svim segmentima poslovanja. U planu je i izbor strateškog partnera i dokapitalizacija Banke.

Okolnosti koje upućuju na povoljan ishod navedenih strategija su optimalan broj zaposlenih i niski troškovi, prepoznatljivi imidž Banke, preuzimanje dinarskog platnog prometa u zemlji, povećanje dinarske i devizne štednje stanovništva kao rezultat povratka poverenja u banke i intenzivan rad na razvoju poslova sa platnim karticama.

RAD SA STANOVNIŠTVOM

- ▶ Potrošački krediti
- ▶ Platne kartice
- ▶ Štednja
- ▶ Dinarski i devizni poslovi

RAD SA PRIVREDOM

- ▶ Platni promet
- ▶ Kratkoročni krediti
- ▶ Dugoročni krediti
- ▶ Krediti za automobile

DELTA BROKER

NAŠI PARTNERI

- ▶ U zemlji
- ▶ U inostranstvu

PRIDRUŽI NAM SE!
ZAPOSLENJE U DELTA BANCII



**The Economist
Conferences**



COMPANY PROFILE

Privatno preduzeće DIGIT COMPUTER ENGINEERING osnovano je 1. februara 1989. godine sa ciljem da korisnicima računarskih sistema u Jugoslaviji pruži kvalitetnu podršku i pristup najnovijim informacionim tehnologijama.

DELATNOST

- Projektovanje, razvoj i uvođenje informacionih sistema korišćenjem najnovijih proizvoda i alata
- Isporuku računarske opreme i softvera
- Instalaciju i održavanje računarske opreme u garantnom i postgarantnom roku
- Projektovanje, instalaciju i održavanje računarskih mreža
- Obuku informatičkog kadra u sopstvenom školskom centru

KADROVSKA STRUKTURA

Broj stalno zaposlenih je 60
- Magistara 3
- Visoka školska sprema 30
- Viša školska sprema 5
- Srednja stručna sprema 22

TERITORIJALNA ORGANIZACIJA

Sedište kompanije je u Beogradu.

Prodajno servisni centri se nalaze u Novom Sadu, Nišu, Podgorici i Banja Luci.

PRODAJNI PROGRAM

DIGIT svoju ponudu bazira na najnovijim dostignućima u oblasti informacionih tehnologija, počev od pristupnih uređaja, preko standardnih Intel servera, pa sve do najmoćnijih RISC servera, svetskih lidera Compaq-a i IBM-a.

DIGIT je specijalizovan za Storage Area Network, Cluster i Fault Tollerant konfiguracije, tako da može da odgovori kompanijama sa najkompleksnijim tehničkim zahtevima koje imaju potrebu za besprekidnim 365x24 radom.

U domenu mrežnih uređaja, na raspolaganju su proizvodi firmi CISCO, Enterasys i 3COM, kao i pasivna oprema firme Panduit i Alcatel.

Široka paleta perifernih uređaja obuhvata printere i skenere firmi HP, IBM, Printronix i Fujitsu.

Oracle i Microsoft razvojni alati, baze podataka i korisnički programi.

APLIKATIVNI SOFTVER

Razvoj aplikativnog softvera bazira se na ORACLE relacionoj bazi i ORACLE alatima, danas najpoznatijem i najrasprostranjenijem sistemu za upravljanje bazom podataka u svetu i kod nas. Sve aplikacije rade u client-server i troslojnoj arhitekturi.

Do sada smo u DIGIT-u razvili:

FIS	- Finansijsko Industrijski Informacioni Sistem
EDIS	- Elektrodistributivni Informacioni Sistem
AVRS	- Automatsko Upravljanje Visoko Regalnim Skladištem
PORTIS	- Informacioni Sistem Luke
CeBANK	- Informacioni Sistem Centralne Banke
POIS	- Poslovni Informacioni Sistem opšte namene

DIGIT SERVIS

Svojim korisnicima DIGIT obezbeđuje sve usluge neophodne za optimalno korišćenje isporučene računarske opreme, sistemskog i aplikativnog softvera u garantnom i vangarantnom roku.

Postoje tri nivoa servisnih ugovora	A-nivo 2 sata odzivno vreme, garantovano vreme popravke 24 sata
	B-nivo 4 sata odzivno vreme
	C-nivo odziv sledećeg radnog dana

DIGIT je ovlašćeni serviser i nosilac konsignacionog skladišta za opremu kompanija: **COMPAQ i Fujitsu**.

DIGIT ŠKOLSKI CENTAR

DIGIT pruža mogućnost obuke u savremeno opremljenom školskom centru, lociranom u Beogradu. Planiranim kursovima obuhvaćena je obuka za najrazličitije kategorije polaznika od osnova informatike pa do specijalističkih kurseva.

DIGIT je zvanični ORACLE University Partner.

POZICIJE NA TRŽIŠTU

Svoju poziciju na tržištu DIGIT je stekao pre svega kvalitetom usluga i kompletnošću svoje ponude. To potvrđuju i brojna priznanja na zvaničnim manifestacijama:

INFOFEST - Budva 1994/1996/2000/2001. godine:	<i>Prva nagrada za ukupan kompanijski nastup</i>
DISCOBOLOS 1995 godine:	<i>Prva nagrada JIS-a za proizvodni softverski paket</i>
BEOGRADSKI SAJAM TEHNIKE 1997. godine	<i>Nagrada UEPS-a za promotivni nastup</i>

POSLOVNI PARTNERI DIGIT-A



DIGIT

11000 Beograd, Radomira Vujovića 3, Y u g o s l a v i a

Tel: +381 11 360-5500, Fax: 360-5599

<http://www.digit.co.yu/>

Novi Sad: 021/623-622, Niš: 018/23-176, Podgorica: 081/612-521, Banja Luka: 078/218-077

THE PRIVATELY OWNED COMPANY DIGIT COMPUTER ENGINEERING WAS FOUNDED ON FEBRUARY THE 1ST 1989. WITH THE AIM TO OFFER HIGH QUALITY SUPPORT AND ACCESS TO THE NEWEST INFORMATION TECHNOLOGIES TO THE COMPUTER USERS IN YUGOSLAVIA .

Activities

- Design, development and implementation of information systems
- Supply of computer equipment and software
- Installation and maintenance of computer equipment during warranty and post-warranty period
- Design and integration of computer networks
- Educational services in the own training centre

Employees

Number of employees is 60, with the following structure:

- Master of Sciences 3
- University educated 30
- High School educated 5
- Secondary School 22

Offices

The company central offices are situated in Belgrade.

There are also sales and service centres in the cities of Novi Sad, Niš, Podgorica and Banja Luka.

Sales programme

Digit's offer is based on the newest achievements in the IT field. Starting with access units, the range spans over the standard Intel based servers up to the mightiest RISC servers of the world industry leaders – Compaq and IBM.

Being specialized in the field of Storage Area Network and cluster and fault tolerant configurations, Digit is able to support the most demanding customers, those with the need for 365 x 24 constant, uninterrupted work.

We can offer CISCO, Enterasys and 3Com active networking units, as well as Panduit and Alcatel passive networking equipment.

Wide range of peripherals includes printers and scanners from HP, IBM, Printronix and Fujitsu.

Oracle and Microsoft development tools, DB software and various utility programmes.

Application Software

Application software development relies on ORACLE tools, today's most sophisticated and widely spread system for relational data base development and management. All application packages are designed in client-server and three-tier architecture.

Until now we at the **DIGIT** have developed:

- FIS – Financial and Industrial System
- EDIS - Information system for electric power distributing companies
- AVRS - System for automatic management of high-bay warehouse
- PORTIS - Port Information System
- CeBANK – Central Bank Information System
- POIS - General business oriented information system

Digit Services

DIGIT is able to provide its users with all kinds of services, needed for the most efficient usage of the equipment and software, during the warranty as well as the post-warranty period. There are following types of service contracts

- Level A: 2 hours response time, 24 hours daily
- Level B: 4 hours response time during usual working hours
- Level C: Response on the next working day

Training centre

In it's modern facilities, located in Belgrade, **DIGIT** offers wide range of courses to its users. Training of various categories of attendees is included in the yearly course schedule. The range starts with the entry-level courses and ends up with the highly specialised ones.

DIGIT is the official ORACLE Education Centre.

Market position

It's leading market position **DIGIT** has gained by its high quality of services and the complete solution offer. This has been proved by numerous acknowledgements on the official fairs and exhibitions:

INFOFEST exhibition - Budva 1994, 1996, 2000,2001.	First prize for the General Company Entry
DISCOBOLOS 1995.	First prize for the FIS application package
BELGRADE TECHNICAL FAIR - 1997.	First prize for the best exhibit - AlphaServer 4100 UEPS prize for the promotional entry

Business Partners



DIGIT - 11000 Belgrade, Radomira Vujovića 3, Y u g o s l a v i a
Tel: +381 11 360-5500, Fax: 360-5599
www.digit.co.yu

Finansijsko Industrijski Informacioni Sistem je savremeni softverski proizvod koji obezbeđuje planiranje, upravljanje, izvršenje, praćenje i integraciju svih robnih, kadrovskih, materijalnih i finansijskih tokova poslovnog sistema preduzeća.

Softverski proizvod baziran je na ERP i ISO 9000 konceptima, razvijen na aktuelnoj ORACLE i WEB tehnologiji.



INFORMACIONE TEHNOLOGIJE U SLUŽBI USPEŠNIJEG POSLOVANJA



Sistem FIS dizajniran je tako da odgovori izazovima i zahtevima uspešnog načina poslovanja kroz ukupno povećanje integrisanosti i fleksibilnosti kompanije kao celine.

PODSISTEMI

Označavanje, opisivanje i klasifikovanje svih entiteta (činioca) poslovanja

Nabavka

Prodaja

Spoljnotrgovinsko poslovanje

Kalkulacije (nabavke, veleprodaje, proizvodnje)

Upravljanje zalihama

Kontrola kvaliteta

Razvoj

Planiranje

Upravljanje proizvodnjom

Održavanje

Upravljanje kapitalom

Finansije

Upravljanje kadrovima

Obračun zarada zaposlenih

Transport

Menadžment

Administracija informacionog sistema

SAVREMENI DISTRIBUIRANI SISTEMI UPRAVLJANJA I NADZORA INDUSTRIJSKIH PROCESA

PLC serije INFO

- procesorski moduli
- koprocesorski moduli
- diskretni moduli ulaza / izlaza
- analogni moduli ulaza / izlaza
- komunikacioni moduli
- specijalizovani moduli ulaza / izlaza



- moduli za prikazivanje podataka
- moduli napajanja
- mrežna oprema



mikroPLC serije Bluel

OSNOVNE KARAKTERISTIKE:

- industrijska izvedba za rad u teškim uslovima eksploatacije
- dijapazon radnih temperatura od - 40° C do 85° C
- vlažnost od 0 do 95% bez kondenzata
- stabilnost na vibracije
- konfigurabilan: napajanje+procesor+do 8 ul/izl modula
- modularna izvedba
- integrisana mreža IBUS + RS232C
- „mikro“ dimenzije modula 60x100x68 mm (ŠxVxD)
- montaža na DIN šinu
- lako i udobno priključivanje



Kompletna rešenja u sistemima upravljanja i nadzora industrijskih procesa

- automatizacija tehnoloških procesa
- termoenergetika
- industrijska pretakališta
- praćenje potrošnje energenata
- mašingradnja
- industrijska proizvodnja guma
- hemijska industrija
- automatizovana skladišta...



Sistemske softveri

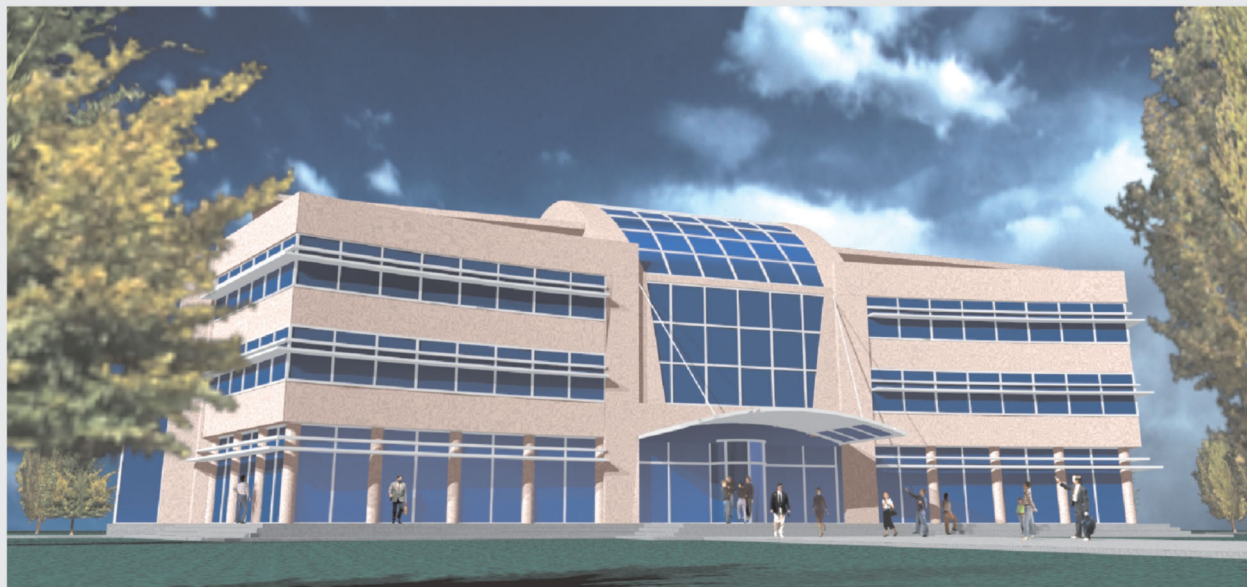
- iPLCDesign - paket za programiranje PLC-ova
- InfoControl - SCADA paket
- InfoGraf - paket za vizuelizaciju procesa
- InfoTrend - paket za obradu podataka iz procesa
- InfoAlarm - paket za obradu alarmnih stanja
- IBUS OPC Server
- IBUS Lib - paket komunikacionih modula IBUS mreže

Specijalna ponuda

- kompletan inženjering u oblasti automatizacije
- fleksibilna politika cena
- obuka u Informatici i kod korisnika
- kompletna tehnička dokumentacija
- zajednički razvoj rešenja automatizacije
- potpuna tehnička podrška
- servis u garantnom i vangarantnom roku



Metalac a.d.
GORNJI MILANOVAC

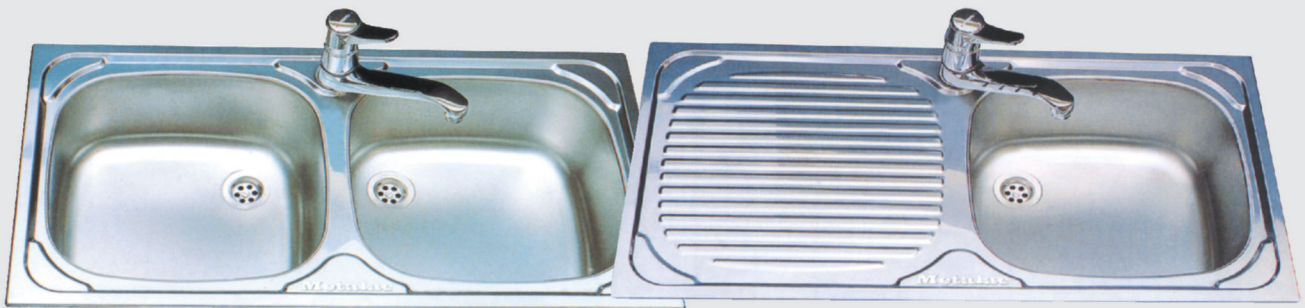


program INOX posuđa



program emajliranog
posuđa

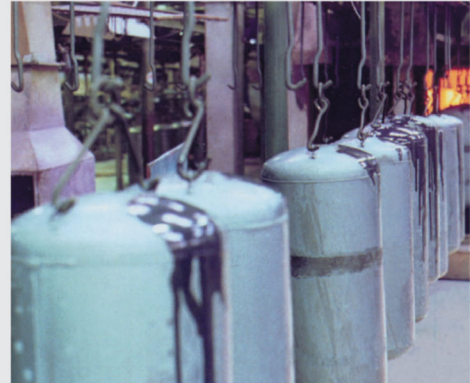
program tefloniziranog posuđa



program INOX sudopera



pogon
SITO ŠTAMPE
(izrada preslikača)



program KGV -
kazani grejača vode



program kartonske ambalaže
(transportne i luksuzne kutije,
OFSET ŠTAMPA
i papirna galanterija)



osnovan: 1959. godine
lokacija: Gornji Milanovac
broj zaposlenih: 1250
dnevna proizvodnja: 20000 jedinica/dan
izvoz: 75%

revizorska kuća: Deloitte & Touche
certificate: TÜV - DIN EN ISO 9001: 1994., 1999. god.
SZS QS1-0002, 1996. god.
generalni direktor: Dragoljub Vukadinović, dipl.ing.tehn.

adresa: Kneza Aleksandra 212, 32300 Gornji Milanovac, Jugoslavija
tel: 032/ 711 350, fax: 032/ 725 211, e-mail: metalac@metalac.com

MK

MIKRO KONTROL

Jugoslavija, 11000 Beograd, Dositejeva 7a
tel./fax: 381 11 3283732, 381 11 3283840

Mikro Kontrol je autorizovani distributer japanske firme OMRON za Jugoslaviju i inženjering firma u oblasti industrijske automatizacije i elektroenergetskih instalacija.

Mikro Kontrol svojim korisnicima u Jugoslaviji obezbeđuje: opremu, tehničku podršku, obuku i rešenja "ključ u ruke". Sedište firme je u Beogradu a predstavništva se nalaze u Nišu, Novom Sadu, i Vrnjačkoj Banji. **Mikro Kontrol** ima veliki broj inženjering partnera i pod-distributera širom Jugoslavije

The OMRON logo is displayed in a bold, blue, sans-serif font. It is positioned on a white rectangular background that is part of a larger graphic element consisting of a complex, light blue technical drawing or circuit board layout that covers the lower half of the page.

Dositejeva 7a, 11000 Beograd
tel/fax: 011/3283732 i 3283840
e-mail: office@mikrokontrol.co.yu
<http://www.mikrokontrol.co.yu>

MK

MIKRO KONTROL

Jugoslavija, 11000 Beograd, Dositejeva 7a
tel./fax: 381 11 3283732, 381 11 3283840

BROJAČI

- Elektronski
- Digitalni
- Brojaci sati rada
- Sa jednim ili dva izlaza

FREKVENTNI REGULATORI

- za snage od 0.1 do 300KW



SERVO SISTEMI

OMRON

- AC servo motori-regulatori

ENKODERI

- inkrementalni, apsolutni
- od 10 do 6000 zarezova, 10-bit rezolucija

KONTROLERI NIVOVA

- konduktivni, kapacitivni, ultrazvučni

DIGITALNI PANEL-METRI

- strujni, naponski i ulaz sa merne ćelije
- komunikacioni izlazni moduli

FOTO-SENZORI

- difuzni, retroreflektivni, through-beam
- color-mark i RGB senzori
- fiber-optička vlaknka

MODULI NAPAJANJA

- Ulaz 1x220VAC i 3x380VAC
- Izlaz 5, 12, 15, 24VDC
- Snage od 10W do 600W za monofazna napajanja
- Snage 240W do 960W za trofazna napajanja

PROGRAMABILNI LOGIČKI KONTROLERI

- mikro (do 100pts), mini (do 256 pts) kontroleri
- kontroleri srednje kategorije (do 1184 pts)
- veliki kontroleri (do 5120 pts)
- standardni i specijalni I/O moduli, mrežni moduli

VREMENSKI RELEI

- multi function i twin operacije
- različiti naponski nivoi

MIKRO-PREKIDAČI

- minijturni, opšte namene, velike preciznosti
- visokog kapaciteta

TEMPERATURNI&PROCES KONTROLERI

- ulazi: termoparovi, PT100, 4-20mA, 0-10V
- 2 PID kontrola, ON/OFF, auto tuning, self tuning

KORISNIČKI INTERFEJS



- bitmape, bar grafovi, trendovi
- printer port, komunikacija

INDUKTIVNI I KAPACITIVNI DAVAČI

- osetljivost od 8mm do 30mm
- u obliku valjka i kvadra

KONTAKTORI I BIMETALI



Rekonstrukcija SRC „Tašmajdan”



Klimatizacija bazena u SRC „Tašmajdan”

Referenc-lista

Važniji objekti

- Poštanska štedionica, aneks „E”, Beograd
- Šumarski fakultet, Beograd
- Ekonomski fakultet, Beograd
- Sportska hala FMP trade, Železnik
- Poslovni objekat Telekom, N. Beograd
- RTS, Beograd
- VF-TEL-SIEMENS, Zemun
- NBJ-ZOP, Ćukarica, Beograd
- McDonald's, N. Beograd
- TELEKOM Srbija, Beograd
- ICN Galenika, Zemun
- SRC Tašmajdan, rekonstrukcija zatvorenog i otvorenog plivališta
- RTS Beograd - studio 11
- Telekom Srbija - radio bazne stanice GSM mreže 064
- Delta M - lanac Maxi diskonta

Gasovodi i gasne instalacije

Gasovodi visokog, srednjeg i niskog pritiska

- Banatsko Novo Selo
- Cerak, Beograd
- Opština Ruma
- Opština Sremska Mitrovica
- Karaburma, Beograd
- Opština Velika Plana
- Opština Irig

Gasne stanice GMRS, MRS i PPS na lokacijama:

- Banatsko Novo Selo
- Cerak, Beograd
- Ruma
- Niš
- Pojate
- Aleksinac
- Ražanj



Gasna kotlarnica „Mitros” - Sremska Mitrovica



Merno-regulaciona gasna stanica



Postrojenja za klimatizaciju

Delatnosti preduzeća

- Izrada projektne dokumentacije, izgradnja novih, rekonstrukcija i adaptacija postojećih stambenih, poslovnih i industrijskih objekata
- Projektovanje i izvođenje svih vrsta instalacija u građevinarstvu:
 - termotehničke instalacije
 - elektroinstalacije
 - vodovod i kanalizacija
 - gasne instalacije
- Projektovanje i izvođenje gasovoda visokog i niskog pritiska od čeličnih i polietilenskih cevi
- Izrada i montaža merno-regulacionih gasnih stanica
- Proizvodnja paketnih podstanica i kontejnerskih energetskih centrala
- Izrada kontejnera različitih namena
- Proizvodnja vatrootpornih i sigurnosnih vrata
- Proizvodnja i montaža aluminijumske bravarije
- Proizvodnja kanala za distribuciju vazduha od pocinkovanog lima i poliuretana

Generalni zastupnik za SRJ firme MUPRO, proizvođača oslonaca za cevovode, vazdušne kanale i opremu



Ovlašćeni distributer merno-regulacione opreme / merači protoka gasa, kalorimetri, vodomeri, regulatori pritiska ... / kompanije ACTARIS





INTERNET SERVICE PROVIDER



Otkrijte
čudesni
SVET
Interneta

TehnicomNET, kao jedan od delova Tehnicoma, počeo je sa radom Aprila 1997. Od samog početka trudimo se da korisnicima pružimo kvalitetne Internet servise. Trenutno TehnicomNET poseduje veliki broj ulaznih linija u Beogradu i u Kruševcu. Znatno broj preduzeća je putem stalnih iznajmljenih veza do Tehnicoma povezan na globalnu mrežu. Sve ovo opslužuje satelitski link kapaciteta 8Mb/s kojim smo povezani na UUNet. U planu je puštanje u rad jednog zemaljskog linka kapaciteta 2Mb/s.

Korisnicima koji Internetu pristupaju putem modema, na raspolaganju je tehnička podrška 24 časa dnevno tokom cele nedelje. Tehnička podrška vrši nadgledanje rada poprečnih veza svakih 30min.

Sistem inženjeri Tehnicom Neta pružaju svu pomoć pri povezivanju lokalnih korisničkih mreža na globalnu mrežu. Takođe smo u mogućnosti da ponudimo gotova rešenja od isporuke opreme do realizacije poprečnih veza.

Za modemske pristup Tehnicom se odlucio za "flat rate" sistem naplate, što znači neograničeni mesečni pristup Internetu za fiksno utvrđenu cenu bez ograničenja, bilo vremena, bilo količine prenetih podataka.

Stalan pristup internetu putem poprečnih veza naplaćuje se u zavisnosti od količine prenetih podataka u toku jednog meseca.

Na našim Web serverima korisničke prezentacije su dostupne svim korisnicima globalne mreže. Za svu opremu je obezbeđeno rezervno napajanje, a na svim serverima se svakodnevno vrši "backup" podataka. Pružamo i mogućnost postavljanja korisničkih servera u našim prostorijama koji postaju deo svetske mreže.

U Tehnicomu se veliki značaj pridaje razvoju računarskih mreža. Tehnicom Network se bavi projektovanjem, instalacijom i održavanjem računarskih mreža. U mogućnosti smo da korisnicima pružimo podršku za Novell, Microsoft i Linux mrežna okruženja. Računarske mreže se izrađuju sa kvalitetnom pasivnom i aktivnom opremom poznatih svetskih proizvođača: Cisco, 3Com, D-Link, Panduit, Belden i dr.



NAJKOMPLETNIJI SERVIS

NEOGRANICEN PRISTUP INTERNETU

NON-STOP TEHNICKA PODRSKA

IZNAJMLJENE LINIJE

WEB HOSTING

DEDICATED HOSTING

INTERNET PREZENTACIJE

TehnicomNET
Bul. vojvode Mišica 37b, Beograd
011 30 60 710, 30 60 712
info@tehnicom.net
www.tehnicom.net

CIP - Katagolizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

658.5:004.382(063)(082)
004.896
621.7/9-52(063)(082)
007.52:658.5(063)(082)
65.012(063)(082)

JUPITER konferencija (29 ; 2003 ; Beograd)

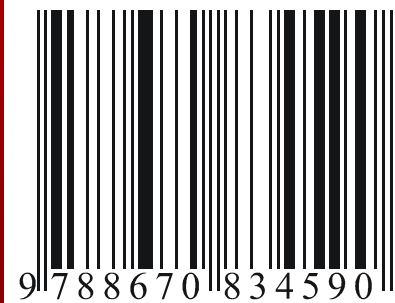
ZBORNİK radova = Proceedings / 22. simpozijum CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala [i] 16. simpozijum CAD/CAM [i] 25. simpozijum NU - ROBOTI - FTS [i] 31. simpozijum Upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala [i] 9. simpozijum Kvalitet [sve ovo u okviru] 29. Jupiter konferencije sa međunarodnim učešćem, Beograd, Februar 2003. ; organizator Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu. - Beograd : Mašinski fakultet univerziteta, 2003 (Beograd : TehnicomNET). - 1 elektronski optički disk. (CD-ROM): ilustr. ; 12 cm

Tiraž 250. - Str.V-VI:Predgovor ; Preface/ Ljubodrag Tanović. - Napomene i bibliografske reference uz tekst. - Bibliografija uz svaki rad. - Summaries.

ISBN 86-7083-459-6

1. Simpozijum CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala (22 ; 2003 ; Beograd) 2. Simpozijum CAD/CAM (16 ; 2003 ; Beograd) 3. Simpozijum NU - ROBOTI - FTS (25 ; 2003 ; Beograd) 4. Simpozijum Upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala (31 ; 2003 ; Beograd) 5. Simpozijum Kvalitet (9 ; 2003 ; Beograd)
a) CIM sistemi - Zbornici b) CAD/CAM sistemi - Zbornici c) Mašine alatke - Numeričko upravljanje - Zbornici d) Roboti - Zbornici e) Fleksibilni proizvodni sistemi - Zbornici f) Metaloprerađivačka industrija - Upravljanje - Zbornici g) Upravljanje kvalitetom - Zbornici
COBISS-ID 104113676

ISBN 86-7083-459-6



9 788670 834590