

31. JUPITER KONFERENCIJA

31st JUPITER CONFERENCE

**ZBORNIK RADOVA
PROCEEDINGS**



MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

**FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
UNIVERSITY OF BELGRADE**

Zlatibor, april 2005.

31. JUPITER KONFERENCIJA

ZBORNİK RADOVA

PROCEEDINGS



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

18. simpozijum
CAD/CAM

27. simpozijum
NU – ROBOTI –FTS

33. simpozijum
**UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM U
INDUSTRIJI PRERADE METALA**

11. simpozijum
MENADŽMENT KVALITETOM

Organizator:

MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

Zlatibor, april 2005.

31. JUPITER KONFERENCIJA

ZBORNİK RADOVA

Organizator:

MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

Adresa:

Kraljice Marije 16, 11120 Beograd, Srbija i Crna Gora

Tel: 011-3370341, Fax: 011-3370364

El. pošta: jupiter@mas.bg.ac.yu

Tehnički urednici:

Prof. dr Ljubodrag Tanović

Doc. dr Radovan Puzović

Mr Mihajlo Popović

Mr Goran Slavković

Nenad Nešić, dipl. maš. ing.

Zlatibor, april 2005.

Tiraž: 250 primeraka

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

ISBN 86-7083-508-8

31. JUPITER KONFERENCIJA

PROGRAMSKI I NAUČNI ODBOR

Predsednik:

Prof. dr Ljubodrag Tanović, Mašinski fakultet Beograd

Članovi:

Prof. dr Slavko Arsovski, Mašinski fakultet Kragujevac • Prof. dr Bojan Babić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Pavao Bojanić, Mašinski fakultet Beograd • Dr Mirko Bućan, LOLA Korporacija Beograd • Mr Goran Vujačić, Beogradelektro Beograd • Prof. dr Radomir Vukasojević, Mašinski fakultet Podgorica • Akademik Miomir Vukobratović, Institut "M. Pupin" Beograd • Prof. dr Ratko Gatalo, FTN Novi Sad • Prof. dr Miloš Glavonjić, Mašinski fakultet Beograd • Dr Mirko Đapić, LOLA Institut Beograd • Prof. dr Milisav Kalajdžić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Miodrag Lazić, Mašinski fakultet Kragujevac • 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 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 • Doc. dr Sreten Savićević, Mašinski fakultet Podgorica • Prof. dr Žarko Spasić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Miroslav Trajanović, Mašinski fakultet Niš • Prof. dr Ilija Ćosić, FTN Novi Sad • Dr Nebojša Čović

ORGANIZACIONI ODBOR

Predsednik:

Doc. dr Radovan Puzović, Mašinski fakultet Beograd

Sekretar:

Asist. mr Mihajlo Popović, Mašinski fakultet Beograd

Članovi:

Asist. mr Božica Bojović, Mašinski fakultet Beograd • Asist. pripr. Željko Vasić, Mašinski fakultet Beograd • Asist. mr Saša Živanović, Mašinski fakultet Beograd • Asist. mr Radomir Ivanović, Mašinski fakultet Beograd • Asist. pripr. mr Živana Jakovljević, Mašinski fakultet Beograd • Asist. mr Branko Kokotović, Mašinski fakultet Beograd • Asist. pripr. Borislav Kovljenić, Mašinski fakultet Beograd • Asist. pripr. Nenad Nešić, Mašinski fakultet Beograd • Asist. mr Goran Slsvković, Mašinski fakultet Beograd • Asist. pripr. Kosta Herman, Mašinski fakultet Beograd

ZAHVALNICA

Organizacioni odbor **31. JUPITER KONFERENCIJE** se najsrdahnije zahvaljuje svim institucijama i pojedincima koji su pomogli u organizovanju ove konferencije.

Posebno se zahvaljujemo pokroviteljima:

Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine



CAD Professional, Beograd



Hemofarm, Vršac



Ikarbus, Beograd



Informatika, Beograd



TEHNICOM, Beograd



Tehna Plus-YU, Nova Pazova

Pokrovitelji su navedeni po abecednom redu.

PREDGOVOR

Svrha postojanja JUPITER asocijacije (asocijacije industrije, fakulteta, instituta, viših škola i komora) je da pomogne da najnovija dostignuća u oblasti proizvodnog mašinstva u najkraćem roku "stignu" do naučno istraživačkih institucija i industrije.

Kao verodostojan dokaz aktivnosti JUPITER asocijacije je JUPITER Konferencija koja ove godine, po 31. put okuplja istraživače, naučne radnike i menadžere da razmene iskustva i prikažu rezultate svog rada. Rad konferencije će se odvijati kroz tradicionalne simpozijume i plenarne sednice a predviđeno je i održavanje okruglog stola.

Pet simpozijuma: 24.simpozijum "CIM u strategiji tehnološkog razvoja", 18.simpozijum "CAD/CAM", 27 simpozijum "NU-Roboti-FTS", 33.sipozijum "Upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala" i 11.simpozijum "Menadžment kvalitetom", svojim temama uključuju nove tehnologije, bez čijeg uvođenja u industriju prerade metala nema održivosti njene konkurentne sposobnosti. Spomenute tehnologije bazirane su na komunikaciono-informacionim tehnologijama, primeni kompjutera u projektovanju proizvoda, tehnologija i samoj proizvodnji i izložene su brzim promenama na globalnom-svetskom nivou.

Njihova pravovremena primena, kako u velikim tako i u srednjim i malim preduzećima, su od velikog značaja za integraciju informacija, znanja, ljudskih i drugih resursa kompanija, razumevanje zahteva kupaca, uspešno uključivanje u svetsku podelu rada i održavanje konkurentnog položaja u svetskim razmerama.

JUPITER Konferencija je mesto za razmenu iskustava i rezultata domaće nauke i industrije i definisanje budućih aktivnosti i pravaca daljeg razvoja. Na plenarnoj sednici i u okviru okruglog stola razmotriće se stanje industrije prerade metala u SCG i dati neki odgovori na pitanje kako izaći iz krize.

Primena novih tehnologija biće demonstrirana 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 iskustava i znanja, daju svoj doprinos bržem razvoju i transferu novih i savremenih tehnologija za potrebe domaće industrije prerade metala.

Dobro došli na 31.JUPITER Konferenciju.

U Beogradu, 12.04.2005. godine.

Doc. dr Radovan Puzović

PREFACE

The purpose of JUPITER Association (association of industry, faculties, institutes, high schools and chambers) is to help the latest achievements in the field of Production Engineering to “reach” the scientific and research institutions and industry.

As a real proof of JUPITER association activities is the JUPITER Conference which gathers for the 31st time researchers, scientists and managers to exchange their experience and present the results of their work. The Conference will work within traditional symposia, plenary sessions and round table discussions.

Five symposia including 24th Symposium “CIM in Manufacturing Development Strategy”, 18th Symposium “CAD/CAM”, 27th Symposium “NU-Robots-FTS”, 33rd Symposium “Production Control in Metal-Working Industry” and 11th Symposium “Quality” by their topics include new technologies whose application in metal-working industry is essential for sustenance of its competitive capacity. Modern technologies are based on communication and information technologies, computer aided product and technology design. As such they are exposed to rapid changes at the global worldwide level.

Their introduction both in big, medium and small-size enterprises are of considerable importance for the integration of information, human knowledge and other corporal resources, understanding of buyer demands, successful inclusion into the world division of labor and maintenance of a competitive position in the world.

JUPITER Conference is a place for the exchange of experiences and results achieved by domestic science and industry and determination of future activities and development. At the plenary session and within round table discussion, the position of metal-working industry in Serbia and Montenegro will be analyzed and some solutions will be given to overcome the crisis.

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

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

Welcome to the 31st JUPITER Conference.

Belgrade, 12 April, 2005.

Ass. Prof. Dr Radovan Puzovic

Izaberite simpozijum JUPITER Konferencije

UVODNI RADOVI

**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

MENADŽMENT KVALITETOM
QUALITY

POKROVITELJI

Spisak svih radova na JUPITER Konferenciji

Aleksić, V., Arsić, M. PROCES OPTIMIZACIJE NOSEĆE STRUKTURE KONTEJNERA	2.43
Anghel, C., Gillich, G., Chioncel, C. THE BEHAVIOUR OF THE BEARING SHELLS WITH LOW STANIUM CONTENT FOR THE ELECTRICAL RAILWAY ENGINES	3.110
Antić, R., Mitrović, R. OSNOVE RAZVIJENOG FUZZY CAPP SISTEMA	2.85
Babić, B. ДИНАМИЧКО ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА И ТЕРМИНИРАЊЕ ПРОИЗВОДЊЕ	2.72
Banković, M., Gladović, P., Manojlović, V. PULL-UPRAVLJANJE PROIZVODNOM I ZALIHAMA	4.21
Bašić, J., Herman, K., Spasić, Ž. METODOLOGIJA INFORMACIONOG REINŽENJERINGA INOVATIVNOG CIM- PREDUZEĆA	1.21
Bojanić, P. MOGUĆNOSTI IZGRADNJE 3D DEFORMABILNOG KOMJUTERSKOG MODELA LJUDSKE GLAVE	2.1
Bojović, B. FRAKTALNI PARAMETRI U TRIBOLOGIJU POLIMERA	3.80
Bretcu, A. BREAKTHROUGH IN GETTING QUALITY	5.6
Bretcu, A. COMPETITIVE GLOBAL QUALITY	5.10
Bulatović, M. UTICAJ TRANZICIJE NA INDUSTRIJU PROIZVODNJE I PRERADE METALA U CRNOJ GORI	S.8
Crnjević, C., Skoko, D. O NEKIM POJAVAMA KOJE UTIČU NA RAD PNEUMATSKOG KOMPARATERA	5.14
Ćurčić, S., Robajac, O., Marić, A. MODELIRANJE PROCESA ZAMESA HLEBA POMOĆU UML DIJAGRAMA	2.81
Dibalová, M., Acova, M. GRINDING AS A FINISHING PROCESS WITH EMPHASISING OF SURFACE ROUGHNESS	3.102
Dimić, Z. SISTEMSKI SOFTVER ZA UPRAVLJANJE TROSNOM GLODALICOM SA PARALELNO KINEMATIKOM	3.12
Dimitrijević, P., Vučićević, M., Popović, Ž. POBOLJŠANJE KVALITETA PROIZVODA KROZ SISTEMSKU ANALIZU PROJEKTA	5.18
Dimitrov, B., Dimitrov, I. ZAVARIVANJE BAKRA I TITANA EKSPLOZIJOM	3.72
Đapić, M. PRÍLOG RAZVOJU METODA ZA OCENU PROJEKTNIH REŠENJA U ODNOSU NA MONTAŽU	3.56
Đekić, I. ODRŽIVI KVALITET PROIZVODA - PRIMENA LCA	5.22
Đurić, S., Đorđević, L., Popović, V. ORGANIZACIJA PROIZVODNJE ZAVARENIH SKLOPOVA U MALIM PREDUZEĆIMA	4.12
Gašić, M., Savković, M. UTICAJ KRIVINE POLUGE TRAVERZE NA PROMENU NAPONA PRI AKSIJALNOM OPTEREĆENJU	3.76

Ghitiu, A., Dumitriu, S. RESEARCHES REGARDING WELDING OF PEHD PIPES	3.118
Gillich, G., Tatuca, I., Anghel, C., Corneanu, M. TRUSSES AND FRAMES ANALYSIS USING THE FINITE ELEMENT METHOD	2.27
Glavonjić, M., Živanović, S., Milutinović, D. TROOSNA PARALELNA MAŠINA pn101	3.1
Herman, K., Spasić, Ž. REALIZACIJA INFORMACIONE INTEGRACIJE PODSISTEMA	1.29
Ianici, D., Tatuca, I., Ianici, S., Raduca, M. THE MODELING AND THE SIMULATION OF THE FUNCTIONING OF A MELTING FURNACE BY ELECTROMAGNETIC INDUCTION WITH THE FINITE ELEMENTS	2.31
Ivanović, R., Kovljenić, B. INFORMACIONI SISTEMI ZA NOVE KONCEPTE UPRAVLJANJA POSLOVNIM SISTEMIMA	2.89
Ivanović, S., Lukić, L. METODE 3D MODELIRANJA INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA U TEŠKOJ MAŠINOGRADNJI	2.100
Jakovljević, Ž., Petrović, P. IDENTIFIKACIJA PROFILA GUSTINE NITI PO POPREČNOM PRESEKU TEKSTILNOG PLATNA PRIMENOM SENZORA VEŠTAČKOG GLEDANJA I DISKRETNE VEJVLET TRANSFORMACIJE	3.50
Janjić, M., Domazetović, V., Savićević, S., Vukčević, M. ODREĐIVANJE KRIVIH OJAČANJA I NJIHOV DALJI IZBOR U NUMERIČKIM SIMULACIJAMA	3.30
Jokanović, S., Čiča, Đ. ALGORITAM ZA C(1) PUTANJU ALATA PRI OBRADI SLOŽENIH POVRŠINA	3.24
Jovanović, V., Rafa, K. ERGONOMSKA ANALIZA LJUDSKOG RADA U VIRTUELNOM OKRUŽENJU	1.13
Kanjevac, K. CE OZNAČAVANJE I SISTEM MENADŽMENTA KVALITETOM	5.26
Kokić Arsić, A., Kokić, M. INTEGRALNO DEJSTVO MEDJUNARODNIH STANDARDA I PROPISA NA RAZVOJ SRPSKE INDUSTRIJE MOTORNH VOZILA	5.30
Kovljenić, B., Ivanović, R. ALGORITAM ZA OPTIMIZACIJU KROJENJA PLOČASTIH MATERIJALA	2.76
Krivošić, I., Škatarić, D. MOGUĆNOSTI USPORAVANJA RASTA NAPRSLINE NA VAZDUHOPLOVNOJ STRUKTURI	3.46
Lazarević, I., Miljković, Z. MODELIRANJE PROCESA PLASTIČNOG DEFORMISANJA ČELIČNOG PRSTENA KORIŠĆENJEM SOFTVERA SFTC-DEFORM-3D	2.23
Lukić, D., Todić, V., Stević, M., Milošević, M. BAZA ZNANJA I BAZA PODATAKA ZA STANDARDNE TEHNOLOŠKE PROCESU U SPECIJALIZOVANOM CAD/CAPP/CAM SISTEMU	4.1
Lukić, L., Kalajdžić, M., Rakanović, R. RAZVOJ I PRIMENA SISTEMA CAD/CAM PROJEKTOVANJA SLOŽENIH PROIZVODA U USLOVIMA DISTRIBUIRANE PROIZVODNJE	2.95
Majstorović, V. KA INTEGRISANIM MENADŽMENT SISTEMIMA	5.1
Manasijević, S., Žujević, M., Radiša, R., Dragičević, P. OPTIMIZACIJA POSTUPKA LIVENJA KLIPOVA U HK "PETAR DRAPŠIN" MLADENOVAC PRIMENOM SAVREMENIH SOFTVERSKIH PAKETA	2.55
Mandić, V., Vilotić, D., Plančak, M., Stefanović, M. HLADNO VIŠEFAZNO ZAPREMINSKO OBLIKOVANJE OSNOSIMETRIČNIH OBRADAKA - FEM SIMULACIJA I EKSPERIMENTALNA VERIFIKACIJA	3.36

Mijanović Markuš, M. SMJERNICE ZA MJERENJE ZADOVOLJSTVA KUPCA	5.34
Milačić, V. ORGANIZOVANO NEZNANJE - FENOMEN SRBIJE	S.20
Milanović, D., Zoćević, V., Ilić, A. PRIMENA HIBRIDNOG SISTEMA U ODRŽAVANJU	4.25
Milićević, I., Slavković, R., Popović, M. PROGRAMSKI PAKET POWER MILL, PREDNOSTI I PROBLEMI UOČENI PRI NJEGOVOJ UPOTREBI U PROCESU OBRADU NA CNC GLODALICAMA	2.11
Milutinović, D., Glavonjić, M., Kvirgić, V., Živanović, S. NOVI PARALELNI MEHANIZAM ZA GLODALICE SA DUGAČKOM X OSOM	3.6
Misita, M., Stanojević, P., Mišković, V., Bukvić, V. ANALYSIS OF SPARE PARTS SUPPLY ON MAINTENANCE SYSTEM ORGANIZATION	4.8
Mladenović, S., Randelović, S., Milosavljević, P. PARAMETARSKI PRISTUP MODELIRANJA PROCESA UZASTOPNOG IZVLAČENJA	2.51
Nešić, N., Babić, B., Miljković, Z. PREGLED PRISTUPA ZA AUTOMATSKO PREPOZNAVANJE TEHNOLOŠKIH FORMI SA PREPOZNAVANJEM OBRAZACA NA BAZI LOGIČKIH PRAVILA	2.63
Pantelić, D., Savić-šević, S., Belić, I., Panić, B. PRIMENA HOLOGRAFSKIH METODA U ISPITIVANJU MEHANICKIH DEFORMACIJA I OPTERECENJA	3.64
Pejović, B., Tadić, G., Dakić, P. NOVI PRILAZ USPOSTAVLJANJU KORELACIJE IZMEĐU EKSPONENATA U TEJLOROVOJ JEDNAČINI POSTOJANOSTI I REGRESIONOJ FUNKCIJI HABANJA ALATA S OBZIROM NA NJENU PRIMENLJIVOST	3.60
Petrović, Z., Stupar, S., Simonović, A. CAD GEOMETRIJE LOPATICA VETROGENERATORA	2.7
Polovina, D. STANJE PRIVREDE SLOVENIJE I PERSPEKTIVE SARADNJE SA SCG	S.13
Popović, M., Kalajdžić, M. OPTIMIZACIJA KONSTRUKCIJA PRIMENOM METODE UKLANJANJA MATERIJALA	2.39
Pozhidaeva, V., Živković, D. AVAILABILITY AS A CRITERION OF MAINTENANCE EFFICACY OF PILLAR DRILLS	3.114
Radojević, Z., Stojanović, D. ULOGA CIM SISTEMA U KANBAN SISTEMU	1.5
Rančić, M., Živković, D., Jovanić, D. MODELIRANJE LOGIČKIH STRUKTURA PRIMENOM PETRIJEVIH MREŽA	3.68
Romić, L., Mečanin, V. TEHNOLOŠKE INOVACIJE KAO PODSTICAJ RAZVOJA KOMUNIKACIJA/INFORMACIJA FINANSIJSKIH IZVEŠTAJA I VICE VERSA	5.38
Simonović, A., Stupar, S., Petrović, Z., Dunjić, M. PRORAČUN STRUKTURE KOMPOZITNIH LOPATICA ROTORA	2.47
Simonović, A., Živanović, S. CAD/CAM KALUPA KOMPOZITNE LOPATICE ROTORA HELIKOPTERA	2.15
Slavković, G. WEB SERVISI	1.17
Slavković, R., Jugović, Z., Popović, M. PRIMER FUNDIRANJA EKSCENTAR PRESE U OBJEKTU NASELJENOG MESTA	3.20
Sovilj, B., Antić, A., Vukelić, Đ., Birčanin, B. BAZA PODATAKA ZA ALATE ZA OBRADU REZANJEM	2.59
Spasić, Ž., Herman, K. INTEGRACIJA OBRAZOVANJA INŽENJERA U NACIONALNI SISTEM OBEZBEĐENJA KVALITETA VISOKOG ŠKOLSTVA SRBIJE	1.1

Škatarić, D., Krivošić, I. ANALIZA RASTA NAPRSLINE NA OJAČANOJ STRUKTURI SA TANKIM ZIDOVIMA KOMBINOVANOM PRIMENOM PAKETA NASGRO 3.0 i FRANC 3D	3.42
Šljivančanin, M., Tešić, M. POKAZATELJI KVALITETA OBRADE GRANITNOG RADNOG STOLA ZA LASERSKI MERNI SISTEM	5.44
Tabaković, S., Gatalo, R., Zeljković, M. PRILOG RAZVOJU KOMPLEKSNOG PROGRAMSKOG SISTEMA ZA PROJEKTOVANJE I OPTIMIZACIJU MAŠINA ALATKI NA BAZI PARALELNIH MEHANIZAMA	3.16
Tanović, L., Bojanić, P., Kalajdžić, M. INDUSTRIJA PRERADE METALA REPUBLIKE SRBIJE SA ASPEKTA SPOLJNOTRGOVINSKE RAZMENE	S.1
Tatucu, I., Gillich, G., Raduca, M., Ianici, D. THE STUDY OF THE OPERATION OF AN ELECTRICAL WELDING TRANSFORMER USING THE FINITE ELEMENTS METHOD	2.35
Tošković, N., Marković, D. PRIMENA SOFTVERA ZA TEHNOEKONOMSKU ANALIZU NA PROJEKAT ZA IZGRADNJU I PUŠTANJE U RAD MALOG PREDUZEĆA	1.9
Trajanović, M., Vitković, N., Simonović, M. UPOTREBA TEHNIKA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA NA PRIMERU KAŠIKE VARALICE	2.19
Vasić, Ž., Kalajdžić, M. ANALIZA GEOMETRIJE REZNOG DELA ZAVOJNE BURGIIJE DUŽ GLAVNOG SEČIVA	3.125
Veljić, M., Živković, D. PRILOG ODREĐIVANJU EKONOMIČNOSTI TRESAČA VOĆA	4.33
Veselinović, S., Đurić, S., Dašić, P. LINIJA VELIKIH PRESA I ANALIZA OTKAZA	3.120
Vidojković, S., Grujić, B. PRIMENA SAVREMENIH STANDARDA ZA KVALITET PARE NA TURBINAMA TERMOENERGETSKIH OBJEKATA	5.54
Vučković, D., Pilipović, M. FUNKCIONALNO MODELIRANJA VIRTUALNE PROIZVODNJE U PROIZVODNJI CILINDARSKIH	4.29
Vukas, S. ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI PROJEKTOVANJA SISTEMA UPRAVLJANJA KVALITETOM PO MERI ORGANIZACIJA ČIJA JE DELATNOST ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ	5.49
Žižović, M., Milić, V. LOGIČKI OKVIRI PROJEKTA	4.5
Бурькин В.В., Клименко С.А., Танович Л. ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОГЕОМЕТРИИ ПОРИСТОГО НАПЫЛЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКЕ	3.86
Мельничук П.П., Выговский Г.Н., Громовой А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЧИСТОВОГО ТОРЦОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ	3.106
Мельничук П.П., Лоев В.Е. ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ КОМБИНИРОВАНИЕМ РЕЗАНИЯ С ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ	3.96
Петраков Ю.В., УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ФРЕЗЕРОВАНИЯ КОНТУРОВ НА СТАНКАХ С ЧПУ	3.92
ЧОНКИЋ, П. ЈЕДАН МЕТОД УТВРЂИВАЊА ОРИГИНАЛНОСТИ НОВИНЕ	4.17

SPISAK AUTORA
LIST OF AUTHORS

ACOVA, M.
ALEKSIĆ, V.
ANGHEL, C.
ANTIĆ, A.
ANTIĆ, R.
ARSIĆ, M.

BABIĆ, B.
BANKOVIĆ, M.
BAŠIĆ, J.
BELIĆ, I.
BIRČANIN, B.
BOJANIĆ, P.
BOJOVIĆ, B.
BRETCU, A.
BUKVIĆ, V.
BULATOVIĆ, M.

CHIONCEL, C.
CORNEANU, M.
CRNOJEVIĆ, C.

ČIČA, Đ.
ČONKIĆ, P.

ĆURČIĆ, S.

DAKIĆ, P.
DAŠIĆ, P.
DIBALOVÁ, M.
DIMIĆ, Z.
DIMITRIJEVIĆ, P.
DIMITROV, B.
DIMITROV, I.
DOMAZETOVIĆ, V.
DRAGIĆEVIĆ, P.
DUMITRIU, S.
DUNJIĆ, M.

ĐAPIĆ, M.
ĐEKIĆ, I.
ĐORĐEVIĆ, L.
ĐURIĆ, S.
ĐURIĆ, S.

GAŠIĆ, M.
GATALO, R.
GHITIU, A.

GILLICH, G.
GLADOVIĆ, P.
GLAVONJIĆ, M.
GRUJIĆ, B.

HERMAN, K.

IANICI, D.
IANICI, S.
ILIĆ, A.
IVANOVIĆ, R.
IVANOVIĆ, S.

JAKOVLJEVIĆ, Ž.
JANJIĆ, M.
JOKANOVIĆ, S.
JOVANIĆ, D.
JOVANOVIĆ, V.
JUGOVIĆ, Z.

KALAJDŽIĆ, M.
KANJEVAC, K.
KLIMENKO, S.
KOKIĆ, M.
KOKIĆ ARSIĆ, A.
KOVljenić, B.
KRIVOŠIĆ, I.
KVRGIĆ, V.

LAZAREVIĆ, I.
LUKIĆ, L.
LUKIĆ, D.

MAJSTOROVIĆ, V.
MANASIJEVIĆ, S.
MANDIĆ, V.
MANOJLOVIĆ, V.
MARIĆ, A.
MARKOVIĆ, D.
MEČANIN, V.
MIJANOVIĆ MARKUŠ, M.
MILAČIĆ, V.
MILANOVIĆ, D.
MILIĆ, V.
MILIĆEVIĆ, I.
MILJKOVIĆ, Z.
MILOSAVLJEVIĆ, P.
MILOŠEVIĆ, M.

MILUTINOVIĆ, D.
MISITA, M.
MIŠKOVIĆ, V.
MITROVIĆ, R.
MLADENOVIĆ, S.

NEŠIĆ, N.

PANIĆ, B.
PANTELIĆ, D.
PEJOVIĆ, B.
PETROVIĆ, Z.
PETROVIĆ, P.
PILIPOVIĆ, M.
PLANČAK, M.
POLOVINA, D.
POPOVIĆ, M.
POPOVIĆ, M.
POPOVIĆ, V.
POPOVIĆ, Ž.
POZHIDAEVA, V.

RADIŠA, R.
RADOJEVIĆ, Z.
RADUCA, M.
RAFA, K.
RAKANOVIĆ, R.
RANČIĆ, M.
RANĐELOVIĆ, S.
ROBAJAC, O.
ROMIĆ, L.

SAVIĆEVIĆ, S.
SAVIĆ-ŠEVIĆ, S.
SAVKOVIĆ, M.
SIMONOVIĆ, A.
SIMONOVIĆ, M.
SKOKO, D.
SLAVKOVIĆ, G.
SLAVKOVIĆ, R.
SOVILJ, B.
SPASIĆ, Ž.
STANOJEVIĆ, P.
STEFANOVIĆ, M.
STEVIĆ, M.
STOJANOVIĆ, D.
STUPAR, S.

ŠKATARIĆ, D.
ŠLJIVANČANIN, M.

TABAKOVIĆ, S.
TADIĆ, G.
TANOVIĆ, L.
TATUCU, I.
TEŠIĆ, M.
TODIĆ, V.
TOŠKOVIĆ, N.
TRAJANOVIĆ, M.

VASIĆ, Ž.
VELJIĆ, M.
VESELINOVIĆ, S.
VIDOJKOVIĆ, S.
VILOTIĆ, D.
VITKOVIĆ, N.
VUČIĆEVIĆ, M.
VUČKOVIĆ, D.
VUKAS, S.
VUKČEVIĆ, M.
VUKELIĆ, Đ.

ZELJKOVIĆ, M.
ZOĆEVIĆ, V.

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

БУРЫКИН

KLIMENKO

ЛОЕВ

МЕЛЬНИЧУК

ПЕТРАКОВ

ВЫГОВСКИЙ

ГРОМОВОЙ

31. JUPITER KONFERENCIJA
31st JUPITER CONFERENCE

ZBORNIK RADOVA
PROCEEDINGS



UVODNI RADOVI

Zlatibor, april 2005.

UVODNI RADovi

Bulatović, M. UTICAJ TRANZICIJE NA INDUSTRIJU PROIZVODNJE I PRERADE METALA U CRNOJ GORI	S.8
Milačić, V. ORGANIZOVANO NEZNANJE - FENOMEN SRBIJE	S.20
Polovina, D. STANJE PRIVREDE SLOVENIJE I PERSPEKTIVE SARADNJE SA SCG	S.13
Tanović, L., Bojanić, P., Kalajdžić, M. INDUSTRIJA PRERADE METALA REPUBLIKE SRBIJE SA ASPEKTA SPOLJNOTRGOVINSKE RAZMENE	S.1

[← NAZAD](#)

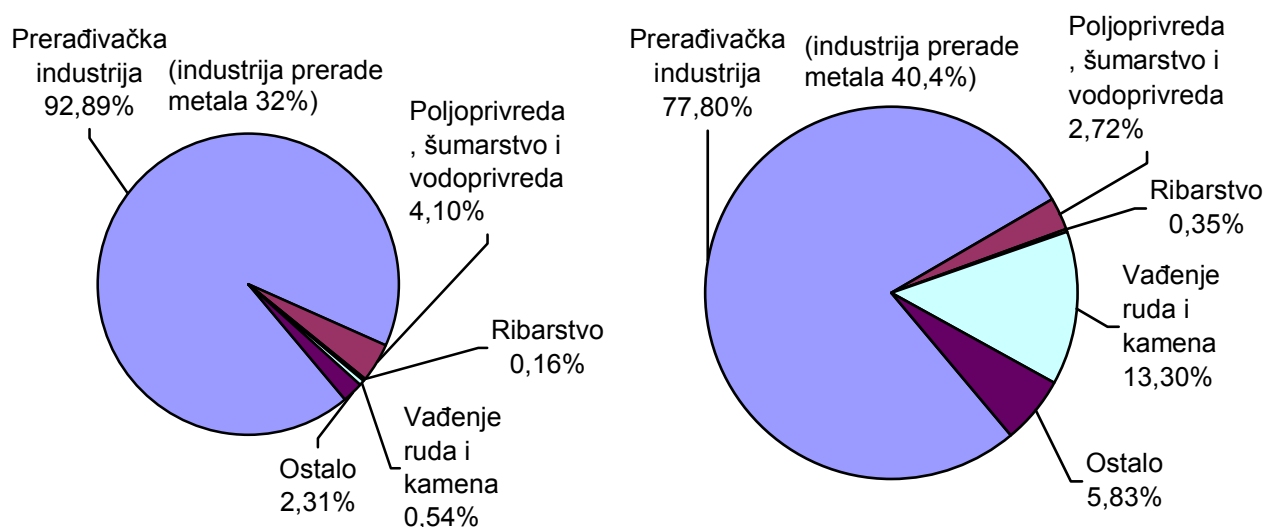
Lj. Tanović, P. Bojanić, M. Kalajdžić¹

INDUSTRIJA PRERADE METALA REPUBLIKE SRBIJE SA ASPEKTA SPOLJNOTRGOVINSKE RAZMENE

SPOLJNOTRGOVINSKA RAZMENA

Vrednost spoljnotrgovinske razmene privrede Republike Srbije u 2003 godini iskazuje se (sl. 1)

izvoz 2.301.000.000 \$, uvoz 7.320.000.000 \$
spoljnotrgovinski deficit 5.019.000.000 \$

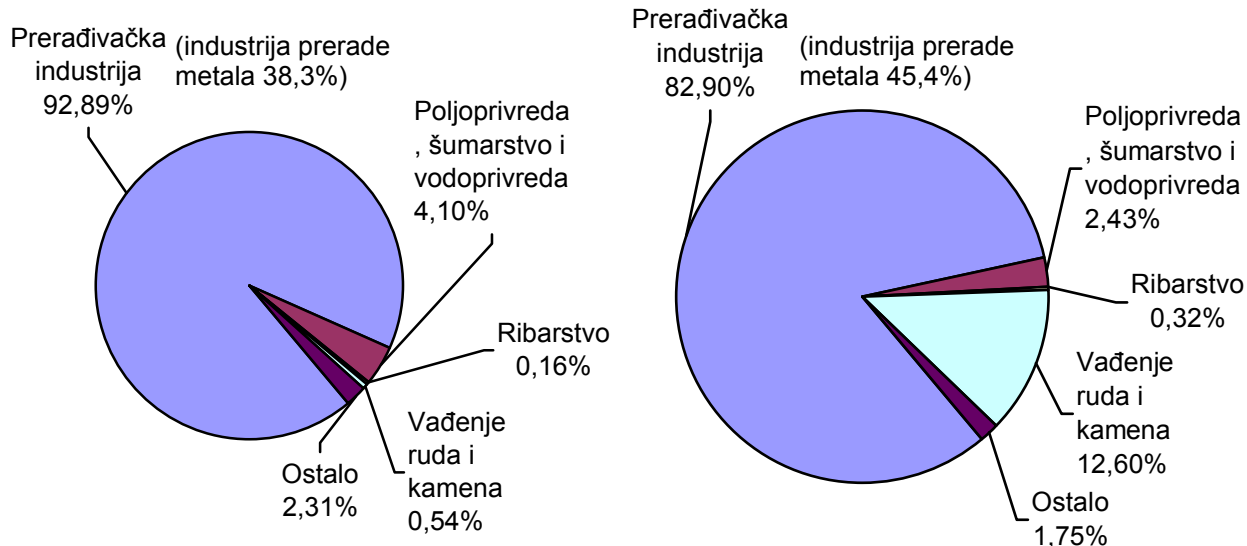


Sl. 1 Učešće pojedinih privrednih grana u izvozu (a) i uvozu (b) u 2003 godini

Negativni trend u spoljnotrgovinskoj razmeni je nastavljen i u 2004 godini (sl. 2).

izvoz 3.700.000.000 \$, uvoz 11.138.000.000 \$
spoljnotrgovinski deficit 7.438.000.000 \$

¹ Prof. dr Ljubodrag Tanović, redovni profesor (ltanovic@mas.bg.ac.yu), prof. dr Pavao Bojanić, redovni profesor, (pbojanic@mas.bg.ac.yu), prof. dr Milisav Kalajdžić, redovni profesor (mkalajdzic@mas.bg.ac.yu), Katedra za proizvodno mašinstvo, Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd.



Sl. 2 Učešće pojedinih privrednih grana u izvozu (a) i uvozu (b) u 2004 godini

INDUSTRIJA PRERADE METALA

- Privreda Republike Srbije bazira na 69.215 preduzeća.
- Broj zaposlenih u privredi 1.220.000
- Prerađivačka industrija ima 69215 preduzeća
- Broj zaposlenih 516.000
- Industrija prerade metala oko 5345 preduzeća
- Broj zaposlenih 187.000

Ukoliko se analizira učešće pojedinih oblasti industrije prerade metala u spoljnotrgovinskom deficitu prerađivačke industrije pokazatelji su:

	2003 g.	2004 g.
• Proizvodnja metala i metalnih proizvoda	6,73%	5,21%
• Proizvodnja mašina i uređaja	18,90%	20,15%
• Proizvodnja električnih i optičkih uređaja	22,50%	20,87%
• Proizvodnja saobraćajnih sredstava	15,05%	16,70%
• Ostala prerađivačka industrija	0,53%	0,62%
Σ	63,71%	63,55%

U tabeli 1 je prikazan broj preduzeća i zaposlenih u odgovarajućim oblastima industrije prerade metala sa pregledom spoljnotrgovinske razmene.

Tabela 1

OBLAST	Broj preduzeća	Broj zaposlenih	Pokazatelji			
			izvoz	uvoz	izvoz	uvoz
			2003		2004	
			milioni \$			
Proizvodnja metala i metalnih proizvoda	2014	58635	359,7	588,3	790,4	1089
Proizvodnja mašina i uređaja	670	38853	149,7	793,3	241,9	1395,8
Proizvodi električnih i optičkih uređaja	1680	32448	85,9	850,9	130,6	1325,3
Proizvodnja saobraćajnih sredstava	269	34348	110,7	622,2	126,1	1083,9
Ostala prerađivačka industrija	712	22927	86,5	104,6	128,7	165,1
Σ	5345	187211	792,5	2959,3	1417,7	5059,1

izvoz 2003-2004 index 178

uvoz 2003-2004 index 171

Tabela 2

OBLAST	PROIZVODNJA METALA I METALNIH PROIZVODA	Broj preduzeća	Broj zaposlenih	Pokazatelji			
				izvoz	uvoz	izvoz	uvoz
				2003		2004	
				milioni \$			
0410							
Proizvodnja sirovog gvožđa i čelika	27	6684	107	114,3	318	208,4	
Prerada gvožđa i čelika	31	680	66,5	120,3	146,5	186	
Proizvodnja plemenitih i obojenih metala	71	9314	117,8	152,3	209,6	324,7	
Livenje metala	258	7889	15,7	27,1	32,3	46,8	
Proizvodnja konstrukcionih proizvoda	371	7596	10,2	38,8	23	87,3	
Proizvodnja sudova, kotlova i radijatora	79	2796	9,3	33,3	16	69,1	
Kovanje metala i metalurgija praha	35	895	-	-	-	-	
Prevlačenje metala	203	4040	-	-	-	-	
Proizvodnja alata	304	7353	12,5	60,4	18,8	90,2	
Proizvodnja ostalih metalnih proizvoda	635	11388	20,7	41,8	26,2	76,5	
Σ	2014	58635	359,7	588,3	790,4	1089	

izvoz 2003-2004 index 219

uvoz 2003-2004 index 180

Tabela 3

OBLAST 0411	PROIZVODNJA MAŠINA I UREĐAJA	Broj preduzeća	Broj zaposlenih	Pokazatelji			
				izvoz	uvoz	izvoz	uvoz
				2003		2004	
				milioni \$			
Proizvodnja energetskih mašina, osim motora	125	5853	30,4	96,2	43,0	168,5	
Proizvodnja ostalih mašina opšte namene	236	5565	19,2	246,8	29,3	473,5	
Proizvodnja mašina za poljoprivredu	59	6776	14,7	51,7	23,3	107,1	
Proizvodnja alatnih mašina	53	3627	11,4	40,9	14,9	68,5	
Proizvodnja mašina specijalne namene	111	6069	36,6	239,8	57,5	382,3	
Proizvodi namenskog programa	9	6437	7,2	1,6	37,5	11,2	
Proizvodi kućnih aparata	77	4526	30,2	116,3	36,4	184,7	
Σ	670	38853	149,7	793,3	241,9	1395,8	

izvoz 2003-2004 index 161
uvoz 2003-2004 index 176

Tabela 4

OBLAST 0412	PROIZVODNJA ELEKTRIČNIH I OPTIČKIH UREĐAJA	Broj preduzeća	Broj zaposlenih	Pokazatelji			
				izvoz	uvoz	izvoz	uvoz
				2003		2004	
				milioni \$			
Proizvodnja kancelarijskih i računskih mašina	615	4034	2,4	222,1	9,6	361,5	
Proizvodnja električnih motora i generatora	45	1602	19,7	34	24,3	66,9	
Proizvodnja opreme za distribuciju električne energije	97	3052	6,	34	8,3	57,2	
Proizvodnja žice i kablova	13	7277	23,7	20	25,3	35,5	
Proizvodnja akumulatora i baterija	30	761	4,7	14,8	7,5	17,7	
Proizvodnja uređaja za osvetljenje	61	1210	2,9	22,7	3,8	36,1	
Proizvodnja ostale električne opreme	157	2790	1,7	21	2,5	35	
Proizvodnja elektronskih komponenti, TV i radio prijemnika	269	4488	9,9	280,2	18,2	408,7	
Proizvodnja medicinske opreme	95	1908	7,4	88	13,7	131,7	
Proizvodnja mernih instrumenata	257	4546	5,7	82,4	14,7	118,3	
Proizvodnja optičke opreme i satova	41	780	1,8	31,7	2,7	56,7	
Σ	1680	32448	85,9	850,9	130,6	1325,3	

izvoz 2003-2004 index 152
uvoz 2003-2004 index 156

Tabela 5

OBLAST 0413	PROIZVODNJA SAOBRAĆAJNIH SREDSTAVA	Broj preduzeća	Broj zaposlenih	Pokazatelji			
				izvoz	uvoz	izvoz	uvoz
				2003		2004	
				milioni \$			
Proizvodnja motornih vozila	24	11655	27,4	488,4	37,3	737,5	
Proizvodnja karoserija i prikolica	16	384	1,5	24,3	3,3	40,1	
Proizvodnja delova i pribora za vozila	156	13533	29,3	50,5	38,4	75,7	
Izgradnja i opravka brodova i čamaca	25	1578	36	22,8	9,9	10,2	
Proizvodnja lokomotiva i voznog parka	14	5741	14,8	18,1	17,3	26,3	
Proizvodnja letilica	7	1083	1,3	5,1	19,2	174	
Proizvodnja motocikla i bicikla	26	370	0,3	12,4	0,6	19,5	
Proizvodnja drugih saobraćajnih sredstava	1	4	0,1	0,6	0,1	0,6	
Σ	269	34348	110,7	622,2	126,1	1083,9	

izvoz 2003-2004 index 114

uvoz 2003-2004 index 174

Tabela 6

OBLAST 0414	OSTALA PRERAĐIVAČKA INDUSTRIJA	Broj preduzeća	Broj zaposlenih	Pokazatelji			
				izvoz	uvoz	izvoz	uvoz
				2003		2004	
				milioni \$			
Proizvodnja nameštaja	373	18755	55,2	48,5	73,5	73,8	
Proizvodnja nakita	44	1314	0,5	1,8	0,3	4,2	
Proizvodnja muzičkih instrumenata	5	9	-	3,3	0,3	4,4	
Proizvodnja predmeta za sportske potrebe	23	115	1,2	9,2	1,6	13,8	
Proizvodnja igračaka	34	123	0,9	15,8	2,9	22,6	
Proizvodnja ostalih predmeta	233	2611	28,7	26	50,1	46,3	
Σ	712	22927	86,5	104,6	128,7	165,1	

izvoz 2003-2004 index 148

uvoz 2003-2004 index 158

PROIZVODNJA METALA I METALNIH PROIZVODA (tab. 2)

U ukupnoj strukturi privrede Srbije proizvodnja metala i metalnih proizvoda učestvuje u izvozu sa 21,4% od čega se izdvajaju:

- Proizvodnja čelika (2003 – 107 miliona \$, 2004 – 316 miliona \$ -8,54%)
- Hladno oblikovanje profila (2003 – 55,5 miliona \$, 2004 – 123 miliona \$ -3,33%)
- Prerada bakra (2003 – 42,7 miliona \$, 2004 – 101 miliona \$ - 2.73%)
- Prerada aluminijuma (2003 – 50 miliona \$, 2004 – 77,6 miliona \$ - 2,10%)
- Proizvodnja alata (2003 – 8,4 miliona \$, 2004 – 13,8 miliona \$ - 0,37%)

U okviru ove grupe proizvoda suficit u spoljnotrgovinskoj razmeni ima: proizvodnja čelika, hladno oblikovanje profila i prerada bakra.

PROIZVODNJA MAŠINA I UREĐAJA (tabela 3)

U ovoj podgrupi najveći uticaj na spoljnotrgovinski deficit imao je uvoz:

- Mašina opšte namene – 260 miliona \$
- Građevinskih mašina – 133 miliona \$
- Električnih aparata za domaćinstvo – 175 miliona \$
- Rashladna oprema – 94 miliona \$
- Mašine alatke – 68 miliona \$

Mašine alatke

- 2003 izvoz 11,4 miliona \$ uvoz 40,9 miliona \$
- 2004 izvoz 14,9 miliona \$ uvoz 68,5 miliona \$

Proizvodnja alata

- 2003 izvoz 8,4 miliona \$ uvoz 31,7 miliona \$
- 2004 izvoz 13,8 miliona \$ uvoz 43,3 miliona \$

Samo namenska proizvodnja u okviru ove podgrupe je imala suficit u spoljnotrgovinskoj razmeni i u 2003 i u 2004 godini.

PROIZVODNJA ELEKTRIČNIH I OPTIČKIH UREĐAJA (tab. 4)

I ova podgrupa industrije prerade metala je kao i predhodne imala veliki uticaj na spoljnotrgovinski deficit u razmeni sa inostranstvom na nivou od oko 20,87% i to kroz nekontrolisan uvoz proizvoda poput:

- uvoz računara i računskih mašina 320 miliona \$
- uvoz elektronskih komponenti 124 miliona \$
- uvoz TV i radio prijemnika 284 miliona \$

PROIZVODNJA SAOBRAĆAJNIH SREDSTAVA (tab. 5)

I ova grupa je imala veliki uticaj na nivou od 16,7% na spoljnotrgovinski deficit a pre svega preko uvoza:

- kamiona i specijalnih vozila 2003 – 329 miliona \$; 2004 – 459 miliona \$
- proizvodnja automobila 2003 – 108 miliona \$; 2004 – 198,5 miliona \$
- rezervni delovi 2003 – 50,5 miliona \$; 2004 – 75 miliona \$

OSTALA PRERAĐIVAČKA INDUSTRIJA (tab. 6)

Dobre rezultate i suficit u spoljnotrgovinskoj razmeni ima proizvodnja nameštaja i reciklaža otpadaka i ostataka.

INDUSTRIJA PRERADE METALA **PROIZVODNE MOGUĆNOSTI**

Metaloprerađivačka delatnost obuhvata širok asortiman metalnih proizvoda nižeg stepena prerade koji se koriste kao reprodukcioni materijali ili su namenjeni širokoj potrošnji. U dužem vremenskom periodu najveći deo preduzeća metaloprerađivačke delatnosti beleži nizak nivo proizvodnje u odnosu na raspoložive kapacitete zbog smanjene tražnje na domaćem tržištu, otežanog izvoza i ekspanzije uvoza, kao posledice liberalizacije i nedovoljne uvozne zaštite domaćeg tržišta. Posmatrano po pojedinim oblastima stanje je sledeće:

- Grupacija livnica i kovačnica raspolaže kapacitetima koji znatno premašuju potrebe domaćeg tržišta. Proizvodni program obuhvata odlivke od čelika, sivog lima, obojenih i lakih metala i legura i otkovke različitih vrsta i težina za potrebe mašinske industrije, proizvodnje poljoprivrednih mašina i mehanizacije, vagonogradnje, proizvodnje pumpi i armatura i dr. Grupacija raspolaže značajnim

izvoznim potencijalom.

- Grupacija proizvođača žičanih proizvoda obuhvata veliki broj preduzeća koja proizvode: armaturne mreže, rešetkaste nosače, pletiva, platna, eksere, vijke, užad, opruge i slično, najvećim delom je vezana za građevinarstvo i nije izvozno orjentisana.
- Grupacija proizvođača alata raspolaže mogućnostima za proizvodnju širokog asortimana ručnog, mašinskog i specijalnog alata. Ova grupacija je jedan od većih izvoznika u okviru metaloprerađivačke delatnosti.
- Grupacija proizvođača metalne ambalaže proizvodi ambalažu od crnog lima, belog lima i aluminijuma, u obliku buradi, kanti limenki, poklopaca, krunskih i navojnih zatvarača, a za potrebe prehrambene industrije, hemijske industrije i energetike. Raspoloživi kapaciteti se nedovoljno koriste zbog velikog uvoza svih vrsta metalne ambalaže, naročito iz susednih zemalja.
- Grupacija proizvođača metalnih konstrukcija je najveći izvoznik u okviru metaloprerađivačke delatnosti. Proizvodni program obuhvata široku lepezu različitih konstrukcija i delova konstrukcija od čelika i aluminijuma počev od stubova i ograda, prozora, vrata, krovova, do tornjeva i mostova.
- Pored navedenih grupacija metaloprerađivačka delatnost ima značajne mogućnosti za proizvodnju: industrijskih i sanitarnih armatura, ležaja, pribora za cevi, rezervoara, tankova i kontejnera, radijatora, galovih lanaca i dr.
- U oblasti robe široke potrošnje u dužem vremenskom periodu veoma dobre proizvodne i izvozne rezultate beleže proizvođači peći i štednjaka na čvrsta i tečna goriva i gas i proizvođači emajliranog i nerđajućeg posuđa i sudopera.

IZVOR PODATAKA

[1] Republički zavod za statistiku i informatiku

[2] Narodna banka Srbije



UTICAJ TRANZICIJE NA INDUSTRIJU PROIZVODNJE I PRERADE METALA U CRNOJ GORI^{1,2}

REZIME

Privredne aktivnosti i rezultati na prostorima SCG, u periodu od 1965 do aktuelnog vremena mogu se grupisati u nekoliko faza. Do 1965. godine dominira ekonomska pomoć i ratne reparacije sa neznatnim kreditnim sredstvima. U drugoj fazi od 1965-1971 godine, povećavaju se sredstva za privredni razvoj, ali i nepovoljni efekti na cjelokupni razvoj i kasniju likvidnost privrede prema inostranstvu. U trećoj fazi od 1971.-1981. godine intenzivira se rast zaduživanja za ulaganja u kapitalne investicije. Period od 1981.-1989. godine, vrijeme je reprograma i otplate inostranih dugova. Sredinom 1991. godine, dolazi do secesija republika SFR Jugoslavije i pada svih privrednih djelatnosti. Ovim radom u sažetom obliku obrađuje se stanje industrije za proizvodnju i preradu metala u Crnoj Gori.

INFLUENCE OF TRANZITION ON INDUSTRY OF METAL PRODUCTION IN MONTENEGRO

RESUME

Production activities and results in Serbia and Montenegro could be arranged in few stages. Before 1965. economic help and war reparation are dominant, beside small credit resources. In second stage (from 1965 to 1971), resources for economic development are improved, but it has negative effects on total growth and solvency of economy in accordance with foreign countries. In third stage (from 1971 to 1981.) borrowing for input in main investments is intensifying. Period from 1981 to 1989 is time for reprogramming and amortization of external debt. Secession of former Yugoslav republics result brake down of existing economy. This paper elaborate position of metal production and metal processing in Montenegro.

1. USLOVI RAZVOJA INDUSTRIJE U U PERIODU 1965 – 1989

Uvažavajući određene kriterijume, odnos između strukturnih promjena privrede i uloge inostranih sredstava kao njihovog opredjeljujućeg faktora, mogu se grupisati u tri faze.

Do 1965. godine dominira ekonomska pomoć i ratne reparacije. Kreditna sredstva su neznatna.

U drugoj fazi od 1965-1971 godine, povećavaju se sredstva za privredni razvoj, ali se u najvećoj mjeri koriste za plaćanje uvoza reprodukcionog materijala, što je imalo nepovoljne efekte na cjelokupni razvoj i kasniju likvidnost privrede prema inostranstvu.

Treću fazu od 1971.-1981. godine intenzivira se rast zaduživanja za ulaganja u kapitalne investicije. U periodu od 1981.-1989. godine, nije bitnije promijenjena struktura privrede. To je vrijeme reprograma i otplate inostranih dugova. U ovom periodu je izgrađen i zaokružen jedan privredni sistem, a u tome posebno industrijski kapaciteti. Tako je industrija u stvaranju društvenog proizvoda učestvovala u 1989. godini sa 37,9 % a od zaposlenih u privredi industrija je učestvovala sa 43,6 %.

2. INDUSTRIJA U PERIODU 1989 – 2002

Krajem osamdesetih godina javljaju se razmimoilaženja između Republika Jugoslavije u shvatanjima daljeg pravca razvoja društvenog i političkog sistema. Ti se odnosi zaoštavaju 1990. godine, a sredinom 1991. godine, odnosi i saradnja su bili faktički prekinuti. Dolazi do secesija republika SFR Jugoslavije i njihovog

¹ Prof. dr Miodrag Bulatović, Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet u Podgorici, E-mail: bulatovm@yahoo.com

² Izvod iz materijala Studije za prostorno planiranje Republike Crne Gore.

priznavanja od strane međunarodne zajednice. Ostaju zajedno Srbija i Crna Gora. Poslije secesije republika dolazi i do rata, na scenu stupa međunarodna zajednica.

Savjet ministara EZ, Deklaracijom o Jugoslaviji od 8. novembra 1991. godine, suspenduje Sporazum o trgovini i saradnji sa Jugoslavijom sa čim se Jugoslavija skida sa liste korisnika Opšte ššeme preferencijala i formalno joj se suspenduje korišćenje programa PHARE³.

Rezolucijom 757 od 30. maja, 1992. godine Savjet bezbjednosti UN usvojio je stroge ekonomske mjere protiv SR Jugoslavije, kojima se prekida platni promet, zabranjuju svaka trgovinska aktivnosti i svi poslovi prometa, prevoza i pretovara sa SR Jugoslavijom i zamrzava njena imovina u inostranstvu. Ograničene su diplomatske i konzularne aktivnosti, onemogućeno učestvovanje na međunarodnim sportskim manifestacijama i obustavljena naučna, tehnička i kutlurna saradnja.

Navedene mjere su zaoštrene Rezolucijom 787 od 18. novembra 1992. godine, a Rezolucijom 820 od 17. aprila 1993. godine Savjet bezbjednosti UN, uvedena je potpuna ekonomska izolacija SR Jugoslavije i pooštrene mjere nadzora i kažnjavanja.

Postepeno ublažavanja sankcija počelo je 17. oktobra 1994. godine, Rezolucijom Savjeta bezbjednosti UN br. 943 i Rezolucijom 1022 od 22. novembra 1995. godine. Tek 2. oktobra 1996. godine Rezolucijom Savjeta bezbjednosti UN br. 1074 ukinute su sankcije SR Jugoslavije, s tim što je ostalo da zemlje donose propise o ukidanju sankcija u bilateralnim odnosima.

Stvaranjem SR Jugoslavije, došlo je do znatno smanjenijeg prostora na kojem se odvija privredna aktivnost. Nabavka sirovina, materijala i usluga po teritoriji dobavljača, sa prostora bivših republika postaje uvozna kategorija. Raniji uvoz od 14,33% povećao se za još 22,93% u 1987. godini.

Smanjenje privredne aktivnosti uzrokuje drugi još veći problem, nastoje monetarni slom. Jugoslavija je doživjela jedan od najvećih inflacija u svijetu i u istoriji. Dinamika inflacije bila je različita, ali sa tendencijom ubrzanja: od nekoliko desetina procenata godišnje tokom sedadesetih i osamdesetih godina (sa vrhuncem od 1.267% u 1989. godini) pa do dvadesetocifrene inflacije 1993. godine.

Izuzetno nizak nivo privredne aktivnosti nije se mogao dugo održavati, pa je dinar poslije kratkotrajne stabilizacije 1994/95 opet počeo devalvirati u odnosu na njemačku marku. Tako 1. aprila, 1998. godine zvanički kurs je 1: 6, a "ulični" nekoliko puta veći. U Crnoj Gori 2. novembra, 1999. godine se uvodi dvovalutni sistem (u upotrebi kao platežno sredstvo su dinar i marka). Već 13. novembra 2000. godine platežno sredstvo je samo njemačka marka, a od 1. januara 2002. godine uveden je EURO.

3. INDUSTRIJA CRNE GORE U PERIODU 1989 – 2002

Nastankom SR Jugoslavije doneseni su novi ustavi. Uveden je višestranački sistem, napušta se socijalistički sistem, plansko usmjeravanje od strane države nestaje, počinje da se uvodi tržišna privreda. Počinje sa prestrukturiranjem privrede, utvrđen je način prelaska na tržišnu privredu i privatizaciju.

To se odvijalo uglavnom u tri faze:

- Prvo, procjena vrijednosti društvenog kapitala i utvrđivanja vlasnika. Prestao je da postoji društveni kapital a vlasnici su postali fondovi (Fond PIO, Fond za razvoj i Zavod za zapošljavanje) radnici, država i drugi utvrđeni povjerioci⁴.
- Drugo, podjela vaučera (na teret Fonda za razvoj) punoljetnim građanima republike (privatizacioni vaučeri) koji se zamjenjuju za akcije⁵
- Treća faza, privatizacija koja predviđa uglavnom prodaju akcija na berzi ili javnom tenderu kao i prodaju imovine. Vlada RCG donosi godišnje planove privatizacije, koje sprovodi Savjet za privatizaciju. Očekivati je da će se u ovoj godini okončati postupak privatizacije velikih industrijskih sistema, sa čime bi se stvorio novi vlasnički kvalitet.

³ Slavica Jovović: "PHARE program pomoći Evropske unije za zemlje centralne i istočne Evrope" Beograd 1997.

⁴ Zakon o svojinskoj i upravljačkoj transformaciji ("Sl. list RCG", br. 2/92 i 27/94)

⁵ Zakon o privatizaciji privrede ("Sl. list RCG", br. 23/96 i 6/99)

U ovom periodu industrijska proizvodnja je opadala iz godine u godinu, jedino znatan porast je bio u 1996. godini 47,60% u odnosu na prethodnu godinu, ali to nije imalo mnogo efekta na dalje kretanje. Tako je u 2002. godini nivo industrijske proizvodnje u odnosu na 1989. godinu bio 42,67%, a učeće u društvenom bruto proizvodu 37,9% u 1989. godini opao na 24,9% u 2002. godini (Tab. 1).

Tabela 1: Industrijska proizvodnja u periodu 1989-2002. godina

Godina	Ostvarenje proizvodnje u odnosu na 1989.g	Učešće u formiranju društvenog proizvoda
1989	100	37,9
1992	57,98	36,4
1993	33,51	34,4
1995	30,21	30,1
1996	44,60	32,0
2002	42,67	24,9

Izvor: Statistički godišnjaci Zavoda za statistiku Crne Gore

U sklopu razvoja privrednog sistema Crne Gore razvijali su se industrijski kapaciteti, od 1985.-1989. godine u skladu petogodišnjih planova utvrdjenih na nivou Jugoslavije i republika. Operacionalizacija tih planova vršila se donošenjem godišnjih planova.

Preradivačka industrija u 1989. godini učestvovala je u industrijskoj proizvodnji⁶ sa 78,75% a u 2002. godini sa 56,4%. Proizvodni kapaciteti su izgrađivani uglavnom na bazi domaćih sirovina (drvo, ruda, koža) sa čim je bila uslovljena lokacija uz istovremenu primjenu politike regionalnog razvoja.

U 1989. godini proizvodjačka industrija je zapošljavala je 41.515 radnika ili 75,10% od zaposlenih u industriji a 2002. godine 16.755 ili 63,34%.

Raspalom SR Jugoslavije, gubljenjem tržišta za izvoz, uslovljenih sankcijama, uticali su na smanjenje korišćenja kapaciteta i prestanka nekih oblika proizvodnje.

U 1989. godini značajno učešće u preradivačkoj industriji imale su grane: **prerada metala, mašinstvo i aparata**, proizvodnja tekstilnih tkanina i gotovih proizvoda, da bi u 2002. godini njihovo učešće bilo beznačajno

Metalurgija je sa svojim potencijalima u 1989. godini učestvovala u industrijskoj proizvodnji sa 25,4% u broju zaposlenosti sa 17,9%, a u 2002. godini sa 43,5% u proizvodnji i 19,8% u zaposlenim. Povećanje je prividno zato što je došlo do pada opšte zaposlenosti. Aluminiyum koji se oslanja na domaću sirovinu proizvodio se u Podgorici, a čelik, zavisao od uvoznog repromaterijala lociran je u Nikšiću. U Željezari je završen postupak privatizacije u Kombinat aluminijuma je u toku.

Mašinstvo koja se odvijala u Podgorici ("Radoje Dakić") praktično je prestala, nema proizvodnje, osim nekih sporednih djelatnosti. Sada je u postupku privatizacija, ali prema do sada izraženim interesom, neće se nastaviti sa proizvodnjom građevinskih mašina. U "IMAKO" Bijelo Polje proizvodi se šumska mehanizacija, u toku je postupak privatizacije.

Jedan dio industrije nije statistički evidentiran - namjenska industrija i veliki broj malih privatnih preduzeća.

⁶ Do 1. januara, 2001. godine važila je klasifikacija utvrdjena Zakonom o klasifikaciji djelatnosti ("Sl. list SFRJ", br. 6/76) Od 2001. godine primjenjuje se nova klasifikacija prema Zakonu o klasifikaciji djelatnosti i Registru jedinica razvrstavanja ("Sl. list SRJ", br. 31/96)

4. UPOREDNI POKAZATELJI REZULTATA INDUSTRIJE PROIZVODNJE I PRERADE METALA U CRNOJ GORI 1989 – 2002 GODINE

Tabela 2: Proizvodnja i prerada metala u 1989 - 2002 godini

Grane	1989 (tona)	2002 (tona)
Crna metalurgija		
-Ingoti i brame od čelika iz el. peći	243044	17458
-Teški polufabrikati i teški ššpkasti čelik	181683	44080
-Srednji i laki ššpkasti čelik	156595	30000
-Hladno valjana traka	21147	1409
-Vučeni, ljušteni i brušeni ššpkasti čelik	34180	1710
-Odlivci od čelika	4167	561
Proizvodnja obojenih metala		
-Glinica za proizvodnju aluminijuma	267472	237396
-Aluminijum u ingotima	44244	108449
-Legure aluminijuma livačke	13511	1484
Prerada obojenih metala		
-Valjani lim od alumin. do 4mm deb	4188	269
-Valjane trake od aluminijuma	16000	1350
-Valjane alumin. folije sirove i oplemenjene	4333	288
Metaloprerađivačka djelatnost		
Odlivci od sivog liva	1783	886
Odlivci od aluminijuma i legura aluminijuma	13649	3190
Limeni radiatorji	730	-
Uređaji za iskorišćavanje sunčeve energije	47	-
Čelične hale	3820	35
Klizni ležajevi	523	51
Djelovi metalnih i građ.konstrukcija	1594	119
Mašinogradnja		
Buldožeri, bageri i greveri	4726	-
Djelovi mašina i uređaji za građevinarstvo	3191	25
Utovarne i pretovarne dizalice	3189	36
Proizvodnja saobraćajnih sredstava		
Djelovi za tramvajske točkove	451	1
Proizvodnja električnih mašina i aparata		
Asinhroni i monofazne mašine	1368	-
Vučena žica od aluminijuma i legura	13247	-
Frižideri za domaćinstvo	7443	-
Aparati za duboko zamrzavanje	8939	-
Mašine za pranje i sušenje rublja	6120	-
Svetiljke	355	-

Tabela 3: Zaposleni u industriji proizvodnje i prerade metala

Grane	Zaposleni 89	Zaposleni 02
Crna metalurgija	5.659	2.910
Proizvodnja obojenih metala	4.250	2.238
Prerada obojenih metala	Nije bilo kapaciteta	605
Metaloprerađivačka djelatnost	3.135	1.508
Mašinogradnja	2.800	889
Proizvodnja saobraćajnih sredstava	Nije bilo kapaciteta	15
Proizvodnja električnih mašina i aparata	3.661	2.241
UKUPNO	16.930	10.783

UMJESTO ZAKLJUČAKA

U Crnoj Gori privodi se kraju proces privatizacije. Od krupne industrije proizvodnje matala i metaloprerade završava se privatizacija Kombinata aluminijuma u Podgorici , dok je tokom 2004 izvršena privatizacija MK ŽELJEZARA u Nikšiću.

Dva giganta, za crnogorske prilike ali i šire, IGM “Radoje Dakić” u Podgorici i EI “OBOD” – Cetinje, su u takvom stanju da praktično nema interesanata za njihovu kupovinu, što ih vodi potpunom zatvaranju.

Veoma je značajno ali istovremeno i zabrinjavajuće da se ne formiraju ili je to beznačajan broj, mala i srednja preduzeća koja bi se ozbiljnije bavila proizvodnjom i preradom metala.

Sadašnji trend razvoja industrije proizvodnje i prerade metala ozbiljno utiče i na profilisanje stručnog kadra, što se odražava na izuzetno smanjeno interesovanje studenata za tehničke fakultete, čime se amputira jedan izuzetno značajan intelektualni resurs populacije.

SLOVENIJA DANAS

Dmitar Polovina
Direktor GZS Beograd

Zlatibor, 12. april 2005

GZS - predstavitev

- 152 godina tradicije
- Nepolitička organizacija
- Predstavlja interese privrede
- Usluge savetovanja, posredovanja
informacija za članstvo
- Usluge javnih ovlaštenja
- Socijalni partner
- Tri obrazovna centra

GZS - organizacija

- Obavezno članstvo
- 64.400 članova
- 13 regionalnih komora
- 26 udruženja (transport, kovinska ind..)
- 260 zaposlenih

- Eurochambres
- ICC Pariz

GOSPODARSKA ZBORNICA
SLOVENIJE



PROMENE

- 3.000 → 64.400 preduzeća
– 98% SME
- Vlasništvo
- Preduzetništvo
- Konkurenca
- Q, ECO
- YU : EU

GOSPODARSKA ZBORNICA
SLOVENIJE



SLOVENIJA EKONOMSKI INDIKATORI

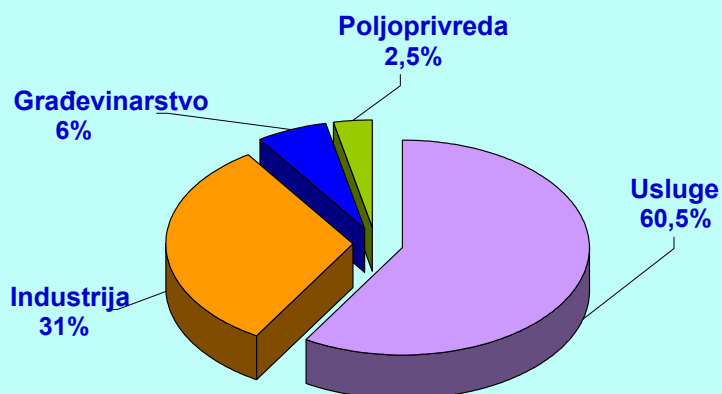
BDP - tekuće cene, 2003	24,6 mlrd EUR
BDP - realna stopa rasta, 2003	2,5 %
BDP po stanovniku, 2003- tekuće cene	12.154 EUR
BDP po stanovniku, PPP standard (Eurostat, oktober 2004)	16.400 (77% EU-25)
IZVOZ	57 BDP
Izvoz roba i usluga, 2003	13,9 mlrd EUR
Uvoz roba i usluga, 2003	13,9 mlrd EUR
Inflacija avg 2004/avg 2003	3,7%
Stopa nezaposlenosti (prema ILO)	6,7 %

Izvor: SURS, Eurostat

GOSPODARSKA ZBORNICA
SLOVENIJE



STRUKTURA BDP



Izvor: SURS

GOSPODARSKA ZBORNICA
SLOVENIJE



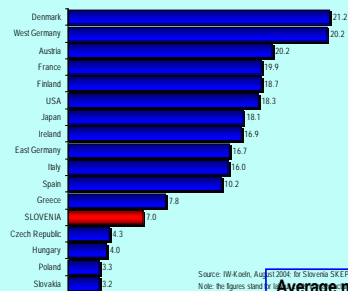
BDP - 2003 (PPS)

EU - 25	21.200
LUXEMBOURG	45.300
GERMANY	23.000
GREECE	17.000
PORTUGAL	15.900
SLOVENIA	16.400 - 77% EU-
25	
CYPRUS	17.800
CZECH REPUBLIC	15.500
HUNGARY	12.900
ESTONIA	9.900
POLAND	9.800

Source: Eurostat, October 2004

GOSPODARSKA ZBORNICA
SLOVENIJE

TROŠAK RADA – SATNE STAVKE u EUR, 2003

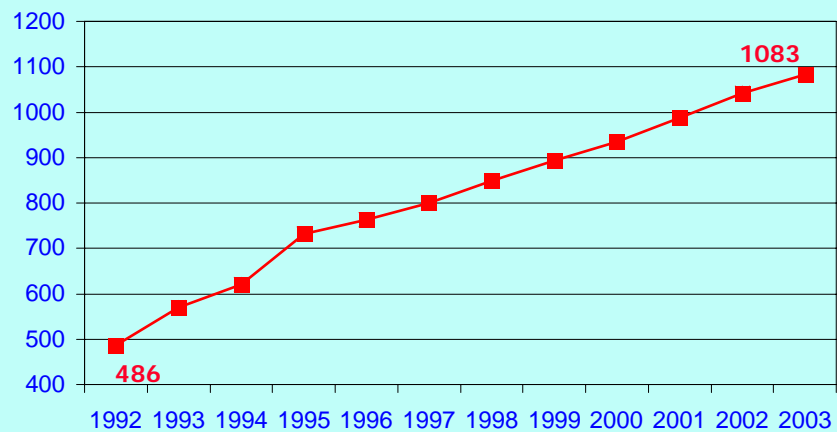


Source: IWK Koehn, August 2004; for Slovenia SKEP GDS
Note: the figures stand for 2003
Average monthly gross wage in 2003: 1,083 EUR

GOSPODARSKA ZBORNICA
SLOVENIJE

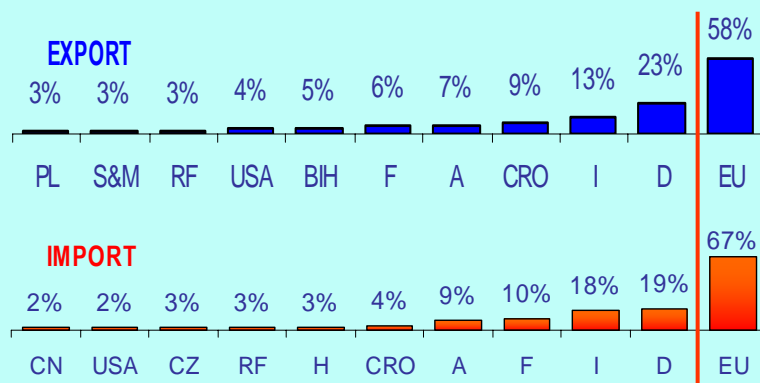
PROSEČNE BRUTO PLATE U SLOVENIJI

ECU / EUR



GOSPODARSKA ZBORNICA SLOVENIJE

SLOVENIJA 2003 GLAVNI TRGOVAČKI PARTNERI



Source: SURS

GOSPODARSKA ZBORNICA SLOVENIJE

DIREKTNE STRANE INVESTICIJE

stanje 31. decembar 2003

ulazne: 5,1 mlrd EUR

izlazne: 1,8 mlrd EUR

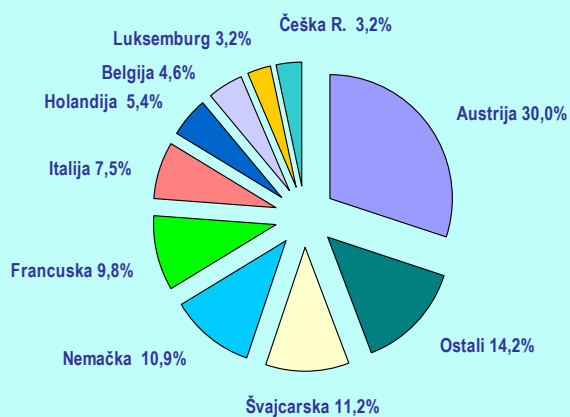
Izvor: Banka Slovenije

GOSPODARSKA ZBORNICA
SLOVENIJE

ULAZNE DIREKTNE INVESTICIJE

struktura prema zemljama

3,918 mil. EUR, stanje 31. decembar 2002



Source: Bank of Slovenia

GOSPODARSKA ZBORNICA
SLOVENIJE

BROJ STUDENATA SKORO UTROSTRUČENO



	1990/91	2003/04
Univerzitet u Ljubljani:	22.824	55.003
Univerzitet u Mariboru:	10.741	24.020
Univerzitet na Primorskem	-	4.373
Visoke stručne šole:	-	2.545
Više stručne šole:	-	12.061
UKUPNO:	33.565	98.992

Izvor: SURS in MŠZŠ

GOSPODARSKA ZBORNICA
SLOVENIJE





ORGANIZOVANO NEZNANJE

FENOMEN SRBIJE

ORGANIZING IGNORANCE

Vladimir R. Milačić

Ako arhitekta ne izgradi kuću dovoljno izdržljivu
a koja će da se sruši, biće ...

Hammurabi Code 2180. pre nove ere

Beograd, april 2005.

NEZNANJE KAO NAJVEĆA NESREĆA ČOVEKA

Neznanje je moć
Orvel 1984.

Čovek je kroz svoju dugu istoriju težio sreći. Stvarajući znanja stvarao je uslove za svoju sreću, tako što je razvijao svoju fizičku i mentalnu snagu. Na njegovom putu razvoja stajala je velika prepreka. To je neznanje. Neznanje je vodilo čoveka u siromaštvo i glad kao i do njegovog nestajanja. Neznanje je destruktivna moć koja čoveka vodi u nesreću.

Zapravo, ovaj traktat o neznanju pokušava da upozori da se čovek i naša civilizacija nalaze u velikoj opasnosti tako što će vladati organizovano neznanje. Vladavina neznanja pre svega je usmerena na razaranje čovekovog praktičnog uma¹ kao i njegovog glavnog produkta koji nazivamo moral, i stvaranje nove kvazimoralne doktrine.

Koliko su duboki ovi koreni neznanja može se naći u davnoj čovekovoju istoriji. Tako su pre 60.000 godina naši preci kromanjonci sa neandertalcima živeli jedni pored drugih, a već pre 30.000 godina ovi drugi (neandertalci) su nestali². Objašnjenje za to treba tražiti ne u vrstama alata i jeziku koji su koristili, već u činjenici da su kromanjonci imali lunarni kalendar. To im je omogućilo da povežu kalendarske dane sa migracionim obrascem bizona, jelena i drugih životinja. Za ovo na zidovima pećina postoje crteži severnih jelena sa 28 ureza na rokčićima. Gladni kromanjonci su naučili da treba da čekaju nailazak životinja na rečnim prelazima, u danima kada je vodostaj nizak, dok su neandertalci nasumice lutali da ulove nešto za život. Tako su i nestali.

Može se reći da je kromanjoncima, našim precima, intelektualni kapital kojeg su posedovali bio odlučujući faktor koji im je omogućio ulazak u prvi civilizacijski krug.

Mnogo godina kasnije, pojedinci identifikovani kao nosioci znanja bili su okrutno ubijani od strane onih koji su bili fariseji neznanja. Filozof Sokrat, za koga je Pitije iz Defta rekao da je najmudriji čovek u Atini, dok je on sam za sebe tvrdio „da zna da ništa ne zna“, popio je otrov. Aristotel je bežao da ga ne zadesi ista sudbina, rimski vojnik ubio je Arhimeda, inkvizicija je gotovo pogubila Galileja, ali je zato spalila Đordana Bruna. I mnogi drugi su stradali zato što su bili veliki mislioci ili stvaraoci znanja. Sasvim slučajno za vreme epidemije kuge u Londonu, Isak Njutn sa svojim svežnjem knjiga i sitno ispisanim hartijama napušta London i već sledeće godine stvara svoju Principiju³. Tako je od prirodne kataklizme u kojoj je nosioc i stradalnik bio čovek spasen jedan od stubova nauke. Ajnštajna je mogla da zadesi slična sudbina ali od „kuge“ koja se zvala nacizam.

Istrgnuti primeri borbe znanja i neznanja samo delimično ilustruju destruktivnu nadmoć neznanja koja devijantno utiče na razvoj čoveka i njegove civilizacije.

¹ Emanuel Kant, Kritika praktičnog uma, BIGZ, Beograd (1950)

² Leif Edvinson, Michael Malone (1997), Intellectual Capital, Harper Business, New York

³ Slobodan Bubnjević, Ka svetlosti, Politika, dodatak: Kultura, umetnost, nauka, 5. mart 2005.

Danas je svet suočen sa fenomenom organizovanog neznanja koje kao da stvara osnove za orvelovsku projekciju budućnosti naše planete.

Srbija danas je prostor koji zapravo predstavlja laboratoriju za organizovano neznanje, što je podloga za pojavu „mentalne crne rupe“ na evropskom kontinentu. Glavni ešalon današnje destrukcije, koji je nastao iz organizovanog neznanja, je organizovani kriminal. Premijer Srbije, dr Zoran Đinđić, možda nije bio daleko od istine kada je pred svoj tragičan kraj rekao: „Svaka država ima svoje kriminalce, ali kriminalci u Srbiji imaju svoju državu.“ Zapravo kao da nije završio ovu tvrdnju, jer nije otkrio koren takve promene u Srbiji. A to je neznanje.

Neki naučnici, kao i obični analitičari, skloni su da analiziraju pitanje da je „možda narod sišao s uma“⁴. Tako nas naš pravac izučavanja stanja u Srbiji vodi prema odgovoru na pitanje zašto Srbija propada. Mi verujemo da odgovor leži u jednoj reči, ali u kompleksnom smislu njenog značenja. Ta reč je neznanje.

Tragičar Šekspir je u Juliju Cezaru otkrio taj ambis ljudske prirode:

„Ponekad udes čovek kuje sam
Do naših zvezda, Brute, nema krivice.
No do nas samih što smo ološ kukavan.“

Teritorijom neznanja gospodari taj „ološ kukavan“, a neznanje je moć.

Za mene u današnjoj Srbiji, postaje aktuelno razmišljanje Getea, kada je posle bitke kod Vaterloa gledao razorenu Evropu, i rekao:

„Hvala Bogu što više nisam mlad u jednom tako sasvim završenom svetu.“

SKICA ZA ARHITEKTURU AKSIOMATIKE NEZNANJA

Platon je u svojoj raspravi sa Sofistima⁵, tim prvim trgovcima znanja, kroz Sokrata pokušao da otkrije stablo neznanja. Mi smo pokušali da formalizujemo to drvo neznanja navodeći dve grane:

- Neobrazovanost, i
- Nemanje odgovarajućeg obrazovanja u stručnim veštinama

Najteži, ali i najrasprostranjeniji oblik neznanja – neobrazovanost – je kada neko ne zna a misli da zna. To proističe iz zablude u mišljenju – neobrazovanost koju je moguće otkloniti sa dubokim umećem poučavanja (obrazovanja).

Obrazovanje u stručnim veštinama (umeću) je zapravo osposobljavanje za vršenje odgovarajućih poslova u životu. Tako imamo dve grane:

- Laki put poučavanja, i
- Teži put poučavanja

Koristeći mogućnosti postojeće organizacije u doba Platona ovde se pod lakim putem poučavanja naziva umeće opominjanja koje roditelji

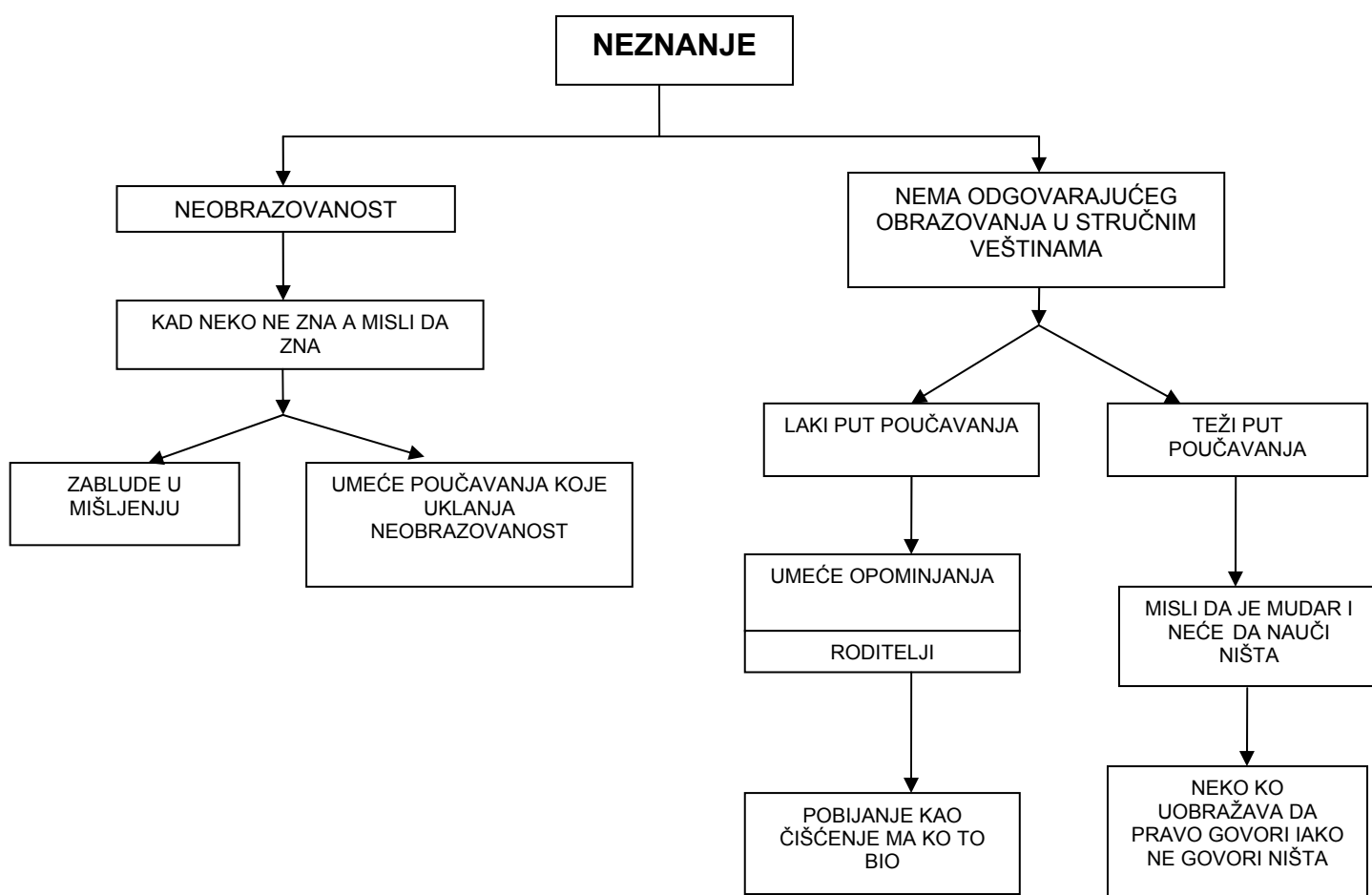
⁴ Dušan Kecmanović, Da li može narod sići s uma, Politika, dodatak: Kultura, Umetnost, Nauka, Beograd, 5. mart 2005.

⁵ Platon, Sofisti, Plato, Beograd (2000)

sprovode nad svojom decom. Danas je porodica važan izvor ili ponor znanja za nove naraštaje. Porodica može da bude veliki izvor za nastanak „rudnika znanja“, ali u razbijenim društvima to je i glavni ponor znanja, tj. projektant neznanja u novoj generaciji.

Teži put poučavanja je kroz obrazovni sistem i kroz rad. Neko misli da je mudar i neće da nauči ništa. Ovo se artikuliše kroz uobraženost da neko nešto pravo govori i ako ne govori ništa. Danas, u vreme globalne multimedijske civilizacije naročito dolazi do velikog potiskivanja znanja neznanjem kao apostolom života. Platon insistira da je pobijanje takvog govora (nehapšenje govornika i zabrana govora) metod čišćenja takvog govornika pa „makar to bio i kralj“. Ako nema tog čišćenja, neznanje postaje gospodar pojedinca kao i društva.

Na donjoj slici dat je izgled platonskog neznanja.



Platonova struktura neznanja čoveka

Radeći na tri-projektu Intelektualnog kapitala⁶, Menadžmentu tehnologije⁷ i Industriji znanja⁸ stalno smo imali na umu problem odnosa znanja-neznanje. Već u Intelektualnom kapitalu analizirani su izvori i ponori intelektualnog kapitala. Ponor intelektualnog kapitala kao širi društveni proces

⁶ Vladimir R. Milačić, Intelektualni kapital, Institut Goša, Beograd (1999)

⁷ Vladimir R. Milačić, Menadžment tehnologije, Prometej, Novi Sad (2004)

⁸ Vladimir R. Milačić, Industrija znanja (u pripremi)

je zapravo kontaminacija teritorije znanja i zahteva za njeno zaposedanje neznanjem i nosiocima tog neznanja. U Menadžmentu tehnologije govori se o znanju vezanim za umeća i za kristalizovana znanja koja omogućavaju da čovek iz siromaštva neznanja uđe u zonu sreće popločanu znanjem.

U trećem delu ovog tri-projekta Industrija znanja razmatra se put naše vrste-čoveka, kako je došao do stanja da govori o mudrosti, zatim o pitanju da li postoji teorija znanja, da bi se nanovo posmatrao problem upotrebe znanja kroz intelektualni kapital i na kraju dala projekcija novog društva na bazi znanja, kroz analizu industrije znanja, kao novog fenomena naše civilizacije.

Ovaj rad je kontrapunkt navedenim razmišljanjima u tri-projektu.

ARHITEKTURA AKSIOMATIKE NEZNANJA

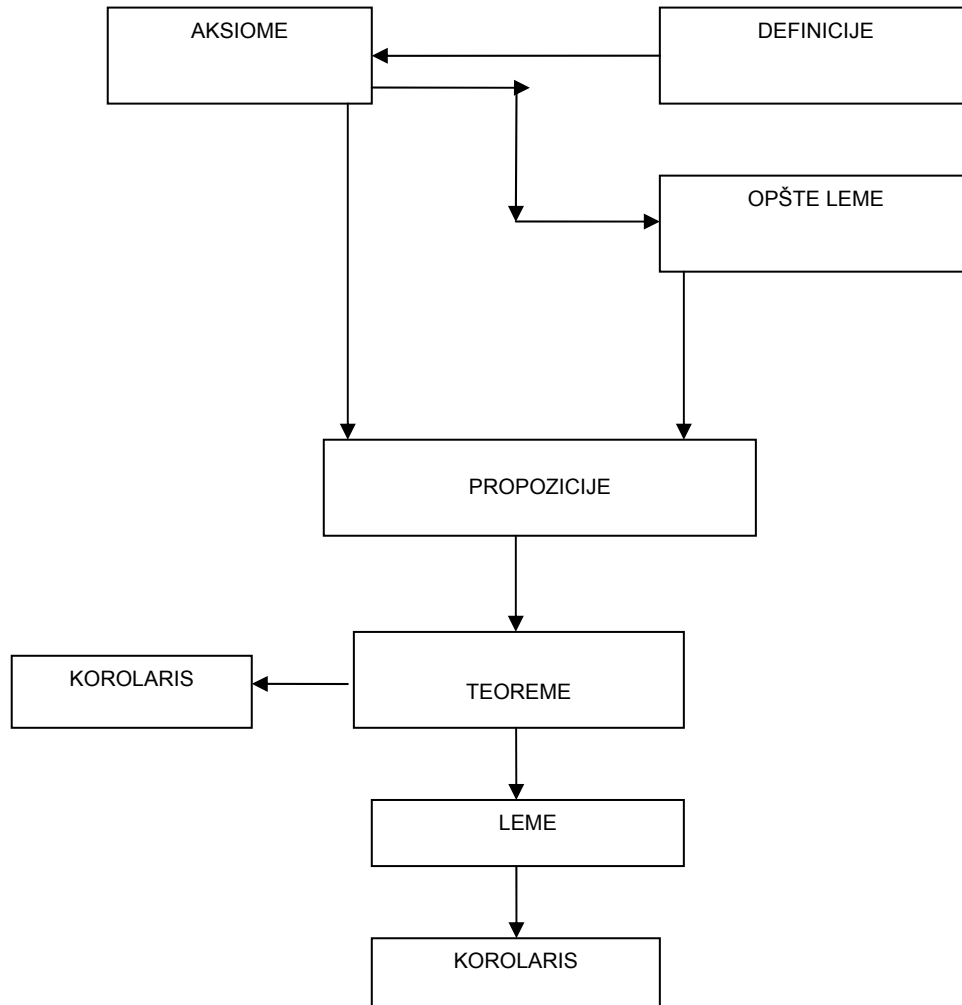
Analizom kuće znanja Euklida i Njutna, kao i proučavajući aksiomatsku teoriju projektovanja i koristeći određena saznanja, ovde se daje prvi prikaz aksiomatike neznanja. Ova aksiomatika ima za cilj da se uspostave pozitivna aksiomatska znanja koja treba stalno da potiskuju neznanje znanjem kod pojedinaca ili u jednom društvu.

Ovde se ograničavamo na ambijent Srbije i neke zabrinjavajuće demonstracije organizovanog neznanja.

Arhitektura aksiomatike neznanja sazdana je od:

- Definicija
- Aksioma
- Opštih lema
- Iskaza
- Teorema
- Lema i
- Korolarisa

Na sledećoj strani je data i opšta arhitektura aksiomatike neznanja.



A. Arhitektura aksiomatike neznanja

Ovde je potrebno napomenuti da je ovakva nomenklatura pozajmljena iz Euklidovih elemenata matematike, Njutnove principije kao i Kantove Kritike čistog uma, ali sadržajno je relativizovana do nivoa posibilističke teorije evidencije⁹. Osnovu čine pristup dolaska do funkcije verovanja polazeći od funkcija podrške koje predstavljaju evidenciju pojave.

Navode se pojedini blokovi arhitekture, uz napomenu, da je njihovo konstituisanje vršeno na bazi čovekovog saznanja i manifestacija u realnom životu u Srbiji.

Počnimo od definicije koje se koriste ovde. Navedeno je pet ključnih definicija kroz koje pokušavamo da označimo našu „zgradu neznanja“.

⁹ Glen Shafer, A Mathematical Theory of Evidence, Princeton University Press, New Jersey

DEFINICIJE

Def 1: **Uvek oko nas ima više neznanja nego znanja.**

Ovu smo definiciju preuzeli od Peter F. Drucker-a¹⁰ koji je uveo termin „organizovano neznanje“. Tokom četrdeset godina se nosio mišlju da napiše knjigu na tu temu, ali nije uspeo. Mi smo, pre nego što nam je došla u ruke navedena njegova knjiga, proučavali Sokratovo razmišljanje o neznanju.

Def 2: **Zaslepljujuće neznanje vodi nas pogrešnim putem.**

„Smrtnici, jadnici otvorite oči!“

Ova se misao pripisuje Leonardu da Vinčiju¹¹. a odnosi se na Bibliju. Prva knjiga koju je štampao Gutenberg bila je Biblija.

Def 3: **„Mnogi su od obmana i lažnih čuda napravili zanat varajući glupu gomilu.“**

Ovo je takođe misao koja je navodno nađena u Da Vinčijevim beleškama

Def 4: **„Teško onome koji bi hteo da ljude nauči brže nego što oni mogu da nauče.“**

Ovako je govorio Sokrat svojim učenicima, misleći da je učenje mukotran i dugotrajan proces. Čovek ili narod koji nije spreman na to, nema ni mogućnost da nauči kako da bude srećan.

Def 5: **„Svi ljudi teže znanju po prirodi...“**

Ovako Aristotel započinje svoju metafiziku¹². Zapravo, ovo delo je prvo integralno delo o znanju.

AKSIOME

Dugo smo razmišljali o aksiomatskoj građi za organizovano neznanje kao i definisanju samih aksioma. U početku, kada je Srbija bila bombardovana, došli smo do zaključka da tu ima sličnosti sa Hirošima katastrofom u drugom svetskom ratu. Tu je centralno pitanje: kako nastaje stanje u kome je neznanje moć. Tako smo došli do tri aksiome za organizovano neznanje.

AKSIOMA I: PARADOKS BLIZANACA¹³.

Relativna brzina kretanja određuje razliku između znanja i neznanja.

Paradoks blizanaca je vezan za teoriju relativiteta u kojoj posmatrač ima vlastitu meru vremena. Jedan blizanac (a) kreće na svemirsko putovanje brzinom bliskoj svetlosnoj (c), dok drugi blizanac (b) ostaje na zemlji. Usled kretanja svemirskog broda, blizancu na Zemlji izgleda da vreme njegovog

¹⁰ Peter F. Drucker, Post-Capitalist Society, Harper Business, N.Y. (1994)

¹¹ Den Braun, Da Vinčijev kod, Solaris, Novi Sad (2004)

¹² Aristotel, Metafizika, Globus, Zagreb (1988)

¹³ Stiven Hoking, Kosmos u orahovoj ljusci, Beograd (2002)

brata teče sporije. Po povratku, će svemirski putnik (a2) ustanoviti da je brat (b2) stariji od njega. Ovaj potvrđeni opit nije blizu zdravog razuma, zbog toga je i paradoks. Međutim, naše razumevanje ovog paradoksa prenetog u društvenu realnost otkriva da se dinamika razvoja ljudi upravo ponaša po ovom paradoksu. Džeferson u Deklaraciji o nezavisnosti (SAD) ističe da prirodni zakon važi među ljudima, tako što ljudima treba da pripada „pravedan i jednak položaj“. Ovo ne potvrđuje ni hod revolucije ni sveti sud, već po prirodi što je samo po sebi očigledno. Čovek ima neotuđivo pravo na život, slobodu i pravo na sreću.

Ukratko, ovaj se paradoks u prirodi pretvara u realnost, ako se ova brzina svetlosti prevede u domen mentalne brzine razvoja jednog društva, onda je statičnost zapravo mentalna stagnacija. Srbija je ovaj „brat blizanac“ na zemlji, dok je drugi brat blizanac evropski putnik, onaj koji se kreće velikom brzinom. Mentalna statičnost dovodi do prevlasti neznanja nad znanjem, dok mentalna dinamika dovodi do vladavine znanja i potiskivanja neznanja. Statička svest naroda, narod koji ne može da uči, dovodi do njegovog siromaštva i nestajanja.

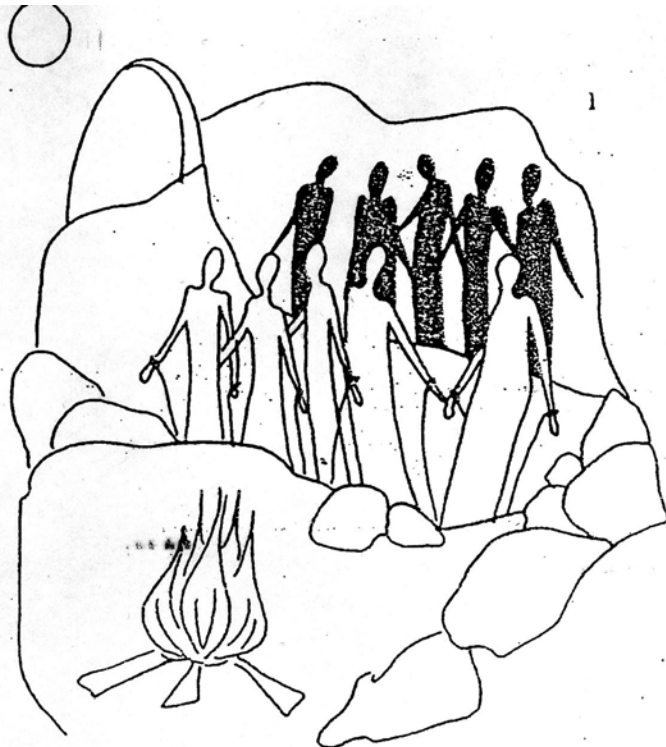


Paradoks blizanaca

AKSIOMA II: MIT O PEĆINI¹⁴.

Izolovanost u prostoru određuje količinu neznanja čoveka ili naroda.

Platon, opisujući sliku o pećini zapravo govori o suprotnosti između čulnog sveta i sveta ideja. Objašnjavajući ovu sliku on polazi od toga da su, duboko u pećini, ljudi u okovima oko vrata i nogu, i da od svetlosti vatre i sunca mogu da vide senke na zidu pećine, koje dolaze iz spoljnog života kao iz nekog cirkusa. Ako neko se pak oslobodi i uđe u realni svet svoje neznanje stečeno gledanjem senki počinje da potiskuje saznanjem iz stvarnog sveta, korak po korak. Ako bi se kojim slučajem vratio u pećinu i pričao zatočenicima pećine šta je video, oni mu ne bi verovali i možda bi ga ubili. To bi uradili zato što ti sužnji imaju svoja merila vrednosti koja su stvorili na bazi senki. Naša civilizacija je izmislila institut „sankcija“ koji pojedine narode okivaju i drže duboko u pećini neznanja, dok ne bude mentalno razoren. Oni srećnici koji napuste „pećinu“ i odu u svet više se ne vraćaju. U ovoj pećini Sbjija živi već više od dve decenije, „pećinski“ ljudi vladaju i neće da iz nje izađu. Slika pećine data je dole.



Мит о пећини

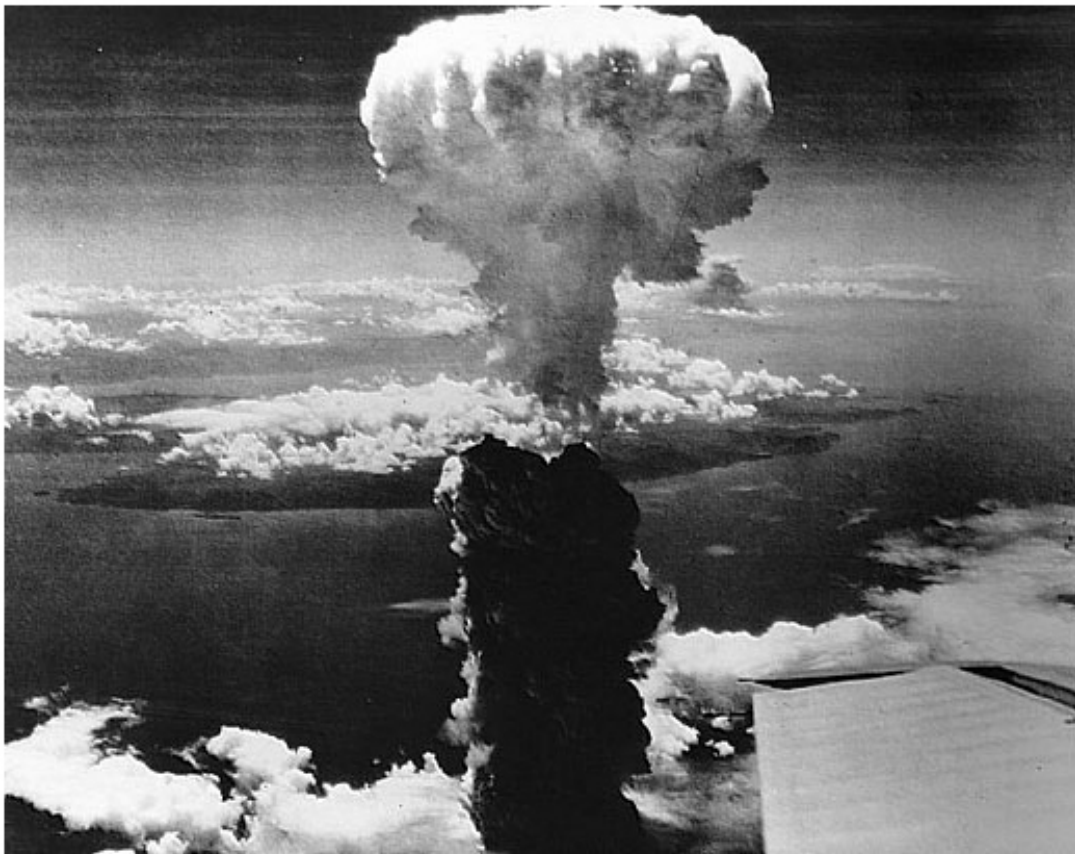
Mit o pećini

¹⁴ Miloš N. Đurić, Istorija helenske etike, Platon, Zavod za izdavanje udžbenika, Beograd (1990)

AKSIOMA III: HIROŠIMA EFEKAT

**Fizička i mentalna destrukcija uništava znanje i dovodi neznanje da
gospodari čovekom i narodom.**

Posle dve atomske bombe bačene na gradove Hirošimu i Nagasaki, Japan je doveden na nivo razorene civilizacije carstva izlazećeg sunca, da bi fizička i mentalna regeneracija trajala oko trideset godina. Slična sudbina zadesila je Nemačku posle II svetskog rata. Ali već na kraju XX veka to je zadesilo i Srbiju. Ona je više mentalno uništena kroz fizičku destrukciju i „sankcije“, zatvaranjem zemlje u „pećinu“.



Hirošima efekat

OPŠTE LEME

Pored definicija i aksioma uvodimo i dve opšte leme što omogućuje konstrukciju iskaza. Ove opšte leme treba shvatiti kao mešavinu definicije, kao miniaksiome sa elementima male teoreme. Ovo objašnjenje proizilazi iz činjenice da su opšte leme i stavovi samog Platona koji je i kroz Sokrata započeo napad na neznanje, a koje i danas u doba visokorazvijenih tehnologija koči razvoj morala i predvodnik je nesreće ljudi.

OPŠTA LEMA I: NIVOI SPOZNAJE.

Prema Platonu imamo tri nivoa:

- Nauka – perceptivno primanje nepromenljivih koncepata, kao i onih koncepata koje ne treba olako shvatiti – odnosno ideje.
- Mišljenje koje dopušta da se u čulnom svetu imaju različiti sudovi tj. njihovu promenljivost¹⁵.
- Neznanje – svojstveno onima što provode dan ne pitajući se o uzroku stvari

Izdvojeno neznanje i isticanje da je nosilac i „vlasnik“ neznanja čovek, tj. čovekov lenji duh nije osposobljen za proces razmišljanja tako da postaje glavni generator zaostajanja u razvoju. Ovo je detaljnije dato u Aksiomi I – Paradoks blizanaca.

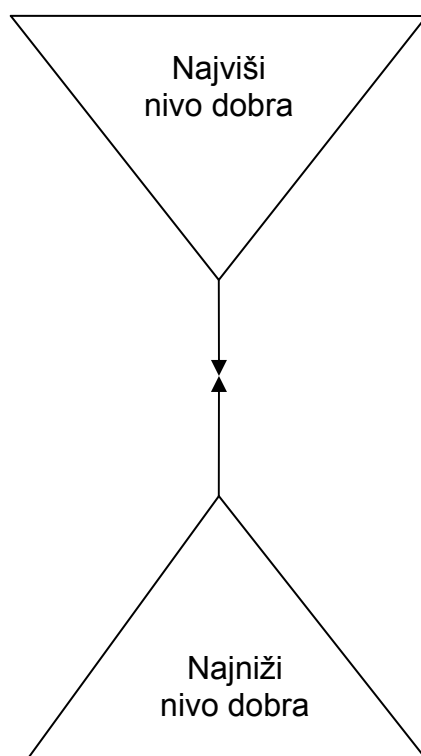
OPŠTA LEMA II: DOBRO I ZLO

Hijerarhija života zavisi od toga šta nadvladava, da li dobro ili zlo. Ako nadvladava dobro=znanje, onda imamo proces penjanja, a ako nadvladava zlo=neznanica, onda propadamo.

Hijerarhija života po Platonu je:

- Ljubitelj mudrosti i lepote
- Vladar – poštovalac zakona
- Državnik ili stručnjak u poslovima i finansijama
- Atletičar ili lekar
- Prorok
- Pesnik ili umetnik
- Radnik ili seljak
- Sofista ili demagog
- Tiranin

¹⁵ Platon je bio daleko od saznanja o čistom i praktičnom umu koji je uveo Kant kroz novi „Kopernikovski obrt“ u domenu mišljenja



Ova kategorizacija hijerarhije života odgovara dobu Platona kao i danas, i ona se nije suštinski menjala. Tako npr. atletu vezanog za lekara treba shvatiti kao potvrdu premise „u zdravom telu zdrav duh“ koja je od izuzetnog značaja i danas. Dva antipoda su tiranin i predsednik države koji se upravljaju prema zakonima.

Danas je teško govoriti o proroku iz doba Platona, ali i dalje postoje institucije za strateška istraživanja, nevladine organizacije i mnogi drugi koji pokušavaju da „proriču“ našu budućnost zamagljujući postojeću stvarnost. Logika ovih novih institucija je slična logici proročišta u doba Platona u smislu „ako pređeš reku jedno će carstvo pasti“. Samo prorok nije rekao koje, a onaj koji se poveo za njegovim mišljenjem, ne razumevši dvosmislenost, izgubio je rat.

Ako ovu hijerarhiju života razumemo kao sudar nivoa znanja i neznanja onda idući odozdo nagore uzmiče znanje pred neznanjem.

Danas većina političara u Srbiji spada u kategoriju Sofista ili demagoga sa primesama tiranije nad ljudima. Ova opšta lema je podložna strukturisanju saglasno Aksiomi III-aksiomi destrukcije.

ISKAZI

Na bazi definicija i aksioma učinjen je pokušaj da se, u prvom koraku, predlože tri-iskaza propozicija. Evo njihovog sadržaja.

ISKAZ 1.

Neznanje je velika nesreća čoveku. Neznanje ga vodi siromaštvu, siromaštvo ga vodi u glad i nemaštinu koja potpuno razara mentalnu enegriju za opstankom.

U neznanju nestaju narodi i civilizacije.

Ovaj iskaz bazira se na prve tri Definicije, i Drugom aksiomu. Takođe ovaj iskaz podržava Opšta lema I.

ISKAZ 2.

Znanje i neznanje teško mogu lako da se prepoznaju. Čovek teži da prostor neznanja potisne znanjem. Ko bi mogao, kao argument protiv neznanja u celini, ispravnije navesti neku drugu veštinu (umeće) osim poučavanja. Ali prepoznati neznanje pretpostavlja poznavanje oblika neznanja. Najteži oblik neznanja je kada neko ne zna a misli da zna.

To je zabluda u mišljenju koja je rezultat neobrazovanosti. Poučavanje u stručnim veštinama je trening za vršenje nekog posla. Ovaj iskaz podržavaju Defnicije 4 i 5 kao i Aksiomi I i II. Takođe ovaj iskaz podržava Opšta lema I.

ISKAZ 3.

Organizovano neznanje je jedan od načina upravljanja ljudima. Javlja se nova profesija za taj posao koju nazivamo „menadžeri neznanja“ koji predstavljaju neku vrsta neo-sofista-demagoga. U svetu kapitala pranje novca je proces koji omogućuje da se „prljav novac uvede u legalne tokove“. To rade „menadžeri kriminala“. Danas je u Srbiji pored pranja novca, razvijena i industrija pranja neznanja i njegovo plasiranje u politiku u cilju vladanja nad narodom. Pogodno tlo za menadžiranje neznanjem je uništena srednja klasa kao i razgradnja ukupnog obrazovnog sistema (poučavanje) a posebno univerziteta. Ovaj iskaz se bazira na Aksiomu III uz podršku druga dva aksioma. Definicije od 1-3 podržavaju ovaj iskaz. Ovaj iskaz podržava Opšta lema II.

TEOREME

Sledeći logiku u matematici ovoj grupi iskaza koje imaju dokaz nazvali smo teoremama. Međutim njihova suština je bliža Kantovim¹⁶ stavovima čistog razuma kao što su pomešane aksiome i analogije. Detaljno objašnjenje ovakvog pristupa ostavili smo za novu knjigu o industriji znanja, a ovde se zadržavamo na stavovima triju teorema.

TEOREMA 1.

Čovek učenjem i vežbanjem, dakle kretanjem (Aksiom I) stiče znanja, čuva ih, i kroz upotrebu postaje bogatiji znanjem. Mirovanjem (Aksiom II) koje proističe iz nemara i neznanja za potrebom za učenje i vežbanje (upotreba znanja kroz primenu), ne samo da ništa novo ne uči, nego zaboravlja i ono što je naučio. Dokaz za ovu teoremu se izvodi na bazi prve dve aksiome kao i drugog i trećeg iskaza.

U Srbiji ogroman procenat ljudi ne uči i poslednjih petnaest godina ne radi, već je na takozvanim prinudnim odmorima ili na plaćenim odsustvima. Time su potpuno izgubili osnovna znanja kao i sposobnost da ih primenjuju. Paradoks blizanaca objašnjava stanje iste generacije, ako putuje kroz vreme.

TEOREMA 2.

Svaka neobrazovanost je nedobrovoljna i onaj koji misli da je mudar neće ni da nauči ništa više od onoga u čemu drži da je vrstan. Oblik odgoja koji ga opominje i uz neveliki napor malo pomaže. Taj uobražava da pravo govori, iako ne kaže ništa.

Za dokaz ove teoreme može da posluži Aksioma „mit o pećini“ u kojoj su ljudi prinudno okovani i okrenuti zidu gde vide samo senke realnih događaja. Tako oni grade svoj svet mudrosti i morala u kome se samo govori ono što ne znači ništa.

TEOREMA 3.

Što se tiče praktičnog delovanja čini se da iskustvo ništa ne zaostaje za umećem, nego naprotiv, vidimo gde oni sa iskustvom više uspevaju od onih koji imaju praktičnu aktivnost bez iskustva. Stoga, ako neko poseduje praktičnu aktivnost bez iskustva i prepoznaje opšte, ali ne prepoznaje pojedinačno koje je u tome, često će zbog toga grešiti u svakom području. Više cenimo „majstore svog posla“ nego „manuelle“ jer smatramo da više znaju i da su mudriji jer poznaju uzroke neke tvorevine, dok su ovi drugi neznalice koji čine ono što čine ne znajući zašto to čine.

Ova teorema je od posebnog značaja u Post-Hirošima periodu jednog naroda. Za dokaz teoreme potrebno je prvo pojasniti razliku između praktične aktivnosti i iskustva koja ukazuje gde je praktična aktivnost sama za sebe kontraproduktivna pošto se odnosi na neznalice koji su opasni „manuelle“. Iskustvo nastaje kao rezultat znanja i praktične aktivnosti.

Kada neko mlad, naročito u politici, hoće da vodi neki grad i ima neko prividno delovanje a nema iskustva onda taj po pravilu nanosi štetu svojoj sredini .

¹⁶ Emanuel Kant, Kritika čistog uma, Dereta, Beograd (2003)

Kao dokaz ove teorije može da se koristi lista ljudi koji su u zreloom životnom dobu i koji su na čelnim funkcijama u državnim organima i velikim kompanijama iz koje se može uočiti njihovo iskustvo koje je nastalo kroz primenu znanja i umeća za obavljanje poslova. Jedan osamdesetogodišnjak Žiskar Desten napisao je Ustav Evropske Unije, dok čitavi timovi mladih „manuelle“ eksperata u Srbiji nisu u stanju da za gotovo 5 godina sačine Ustav Srbije.

LEME

Ovde se misli na male teoreme koje nazivamo lemama a koje treba da pojasne elemente dokaza za predložene iskaze i teoreme. I ovde samo navodimo neke primere za demonstriranje našeg eksperimenta u domenu organizovanog neznanja.

LEMA 1.

Snaga naroda ne sastoji se samo u tome da bude srce zdravo i udovi jaki, nego u tome da glava naroda bude na svom mestu. Narod koji nema duhovne otadžbine nema pravo ni na telesnu otadžbinu. Duhovnu otadžbinu određuju umetnost, nauka i filozofija¹⁷. Ova lema bazira se na Iskazu 1 kao i na Teoremi 2 iz kojih može da se konstruiše dokaz.

LEMA 2

Ljudi znanja i moralnog kvaliteta su najveći kapital zemlje i moraju biti od najvećeg uticaja na sve poslove; poznato je koliko su oni od velike štete ako su neformirani ili rđavo formirani¹⁸.

Dokaz za ovu lemu treba tražiti u Teoremi 1. Rđavo formirani ljudi su oni koji prolaze kroz loše škole ili pak nemaju nikakvo obrazovanje, već se oslanjaju na površno vršenje praktičnih aktivnosti. Ovi ljudi se nameću u politici težeći da politiku potpuno infiltriraju u svakodnevni život ljudi. Tada politika postaje moćan generator neznanja.

LEMA 3

Perionice neznanja nalaze se u širokom spektru društvenih struktura, počev od paralamenta, preko vladinih struktura, lokalnih struktura, namnoženih partija, nevladinih organizacija, TV, štampe, knjiga, i na brojnim drugim mestima. U svima njima imamo menadžere neznanja koji su ispleli mrežu organizovanog neznanja.

¹⁷ Dr Miloš N. Đurić, u predgovoru otprilike ovako je formulisao misao koju smo preuzeli za našu lemu 1.

¹⁸ Jovan Cvijić, Autobiografija I drugi spisi, O naučnom radu i o našem Univerzitetu, SKZ, Beograd (1965)

KOROLARIS

(zaključci-izvodi)

Da bi našu aksiomatiku zaokružili neophodno je kroz primere primene određenih premisa i teorema dati njihove izvode u svakodnevnom životu, iz kojih je pak moguće izvući i odgovarajuće zaključke. Ovo možda liči na korolarise koje je koristio Njutn da objasni fenomen klatna. Ali naš domen je neznanje kao sociolosko-epistemološka kategorija.

Navodi se nekoliko korolarisa za naš prototip arhitekture neznanja.

KOROLARIS I

Ilustracija Teoreme 1 se ovde navodi. Kada neko kaže da deca u Srbiji treba da uče kineski i ruski, a ne engleski i drugevodeće svetske jezike, ili da ne treba da se kompjuterski opismene, ili da ne uče nijedan strani jezik kao mali, tada se oni zalažu za stvaranje loše formiranih ljudi na bazi neznanja. Oni spadaju u kategoriju menadžera neznanja. S druge strane, male a razvijene zemlje, kao što su Holandija, Švedska, Belgija, Danska , Finska i Norveška koje imaju brojno formirane generacije poliglota, a pre svega znaju engleski, nemački i francuski. Tehnologija personalnih kompjutera i Interneta pokriva preko 60% aktivne populacije tih zemalja. Ovaj korolaris se odnosi na Teoremu 1 i Iskaz 3.

KOROLARIS II

Ako se prati razvoj tehnologije samo kroz umeća novijeg doba, koje nazivamo manufaktura, a koje dostiže svoj procvat u tehnologiji časovnika, pa do današnjih dana, kada su na sceni megatehnološki projekti, može se konstatovati da su nosioci tog civilizacijskog skoka inženjeri ili tehnička inteligencija. U zemlji kao što je Srbija, koja je imala veliki tehnološki pomak u drugoj polovini XX veka i bila u stanju da proizvede složene inženjerske proizvode, prema mišljenju bivših ministara treba zatvoriti ili minimizirati tehničke fakultete, tako da ako mašinski inženjer ne može da nađe posao „neka pere ulice“. Ti ministri su menadžeri neznanja. Ili noviji primer, kada se neko kandiduje za najvišu državnu funkciju kaže da će on Srbiju ekonomski da razvije tako što će da uveze zapadnu tehnologiju i da je onda prodaje Rusiji. I on zapravo menadžira svoje neznanje, tako što nije saznao, za više od deset godina, da više nema berlinskog zida, da Rusija i Zapad direktno sarađuju, tako da im nije potrebna Srbija kao posrednik.

KOROLARIS III

Kada čovek umisli da je vrstan u politici, onda tvrdi da političari, samim tim što se tom aktivnošću bave, imaju znanje i da im nisu potrebne škole ili da im nije potrebno školsko obrazovanje. Oni stalno govore na TV i daju izjave za štampu, a ustvari ne kažu ništa, jer su neobrazovani. Tako svoju mudrost prikazuju primerima za rešavanje krize u zemlji. Jedan kaže: neka se bake i deke sastanu sa svojim unucima i odluče da li su za socijalni program da deke i bake imaju penzije; ili su pak da investiraju u razvoj - za budućnost unuka. A šta je sa decom za koje su radili te neke deke i bake, tj. sa roditeljima ovih unuka koji u stvari rade za budućnost svoje dece. Kako njih da ne uključi ovaj “menadžer neznanja” u svoj scenario razmišljanja.

Ovaj korolaris ima osnovu u Teoremi 3.

KOROLARIS IV

I čitav ljudski rod pun je onih koji traže učitelje i zapovednike, ili za sebe ili za druga živa bića, ili za poslove koje poduzimaju. A s druge strane pak, pun je onih koji drže da su sposobni da poučavaju i sposobni da vladaju. Šta ćemo drugo reći o svemu tome nego li da sami ljudi smatraju da je u njih mudrost i neznanje. Zar mudrost ne shvataju ljudi istinskim shvatanjem, a neznanje lažnim shvatanjem¹⁹

Osnov za obrazovanje imamo u Lemi 2 i 3.

Korolaris IV zapravo govori o odnosu onih koji upravljaju i onih kojima se upravlja. Upravljači - menadžeri neznanja, imaju zadatak da preko svojih radnika neznanjem stvore masu ljudi koju će dovesti na takav nivo neznanja da počnu da veruju da je neznanje moć, ropstvo je sloboda a rat je mir, kako je Orvel napisao a Srbija dugo sprovodila. Po ovom scenariju odigravaju se demokratski izbori u Srbiji. Glavni protagonisti - menadžeri neznanja obećavaju da će skinuti lance i katance sa zatvorenih fabrika iako znaju da te fabrike ne rade čitavih desetak godina, da neće dozvoliti da se uvozi zelena salata, narodu će ponuditi zdrave „mičurinske“ jabuke, da će raditi sa narodom od ranog jutra do duboko u noć, itd. Ovo je program koji je baziran na neznanju. Ali narod koji je preveden u Orvelovsku mentalnu strukturu kroz Hirošima efekat i Mit o pećini većinski glasa za ovakav program. Tako se primiče ambisu sopstvenog nestajanja.

¹⁹ Ovo je preuzeto iz Platonovog Teetet, Plato, Beograd (2000).

UMESTO ZAKLJUČKA

Ovaj traktat ima za cilj da ukaže na organizovano neznanje kao na ključno ograničenje u obezbeđenju stalnog rasta bruto nacionalnog proizvoda sreće²⁰ naroda kao i svakog pojedinca.

Organizovano neznanje, kao fenomen Srbije, pretili da promeni tok kretanja njenog društva i učini ga potpuno neprihvatljivim za evropske narode.

Učinjen je napor da se na jedan relativno sistematizovan način ukaže na ovaj problem. Znanje je jedino sredstvo da potisne neznanje sa pozornice Srbije. Nosilac znanja je čovek. To znači baš onako kako je još u Helensko doba ustvrdio Protagora (490-420 pne):

„Čovek je mera svih stvari
onih koje to jesu, takve kakve jesu
onih koje nisu, takve kakve nisu.“

Treba pomoći čoveku u Srbiji da nađe sebe. Ovaj traktat govori o glavnoj njegovoj zabludi da neznanje može da postane znanje.

Navedene tri aksiome koje definišu vreme, prostor i katastrofalne desrukcije su osnova za prelazak iz mentalnog mraka, koji proizvodi neznanje, u svetlost mentalnog sveta koji daruje znanje.

²⁰ Richard Layard, Happiness: Lessons from a New Science, Penguin (2005)

31. JUPITER KONFERENCIJA
31st JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



24. simpozijum

CIM U STRATEGIJI TEHNOLOŠKOG
RAZVOJA INDUSTRIJE PRERADE METALA

Zlatibor, april 2005.

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

Bašić, J., Herman, K., Spasić, Ž. METODOLOGIJA INFORMACIONOG REINŽENJERINGA INOVATIVNOG CIM- PREDUZEĆA	1.21
Herman, K., Spasić, Ž. REALIZACIJA INFORMACIONE INTEGRACIJE PODSISTEMA	1.29
Jovanović, V., Rafa, K. ERGONOMSKA ANALIZA LJUDSKOG RADA U VIRTUELNOM OKRUŽENJU	1.13
Radojević, Z., Stojanović, D. ULOGA CIM SISTEMA U KANBAN SISTEMU	1.5
Slavković, G. WEB SERVISI	1.17
Spasić, Ž., Herman, K. INTEGRACIJA OBRAZOVANJA INŽENJERA U NACIONALNI SISTEM OBEZBEDENJA KVALITETA VISOKOG ŠKOLSTVA SRBIJE	1.1
Tošković, N., Marković, D. PRIMENA SOFTVERA ZA TEHNOEKONOMSKU ANALIZU NA PROJEKAT ZA IZGRADNJU I PUŠTANJE U RAD MALOG PREDUZEĆA	1.9

← NAZAD

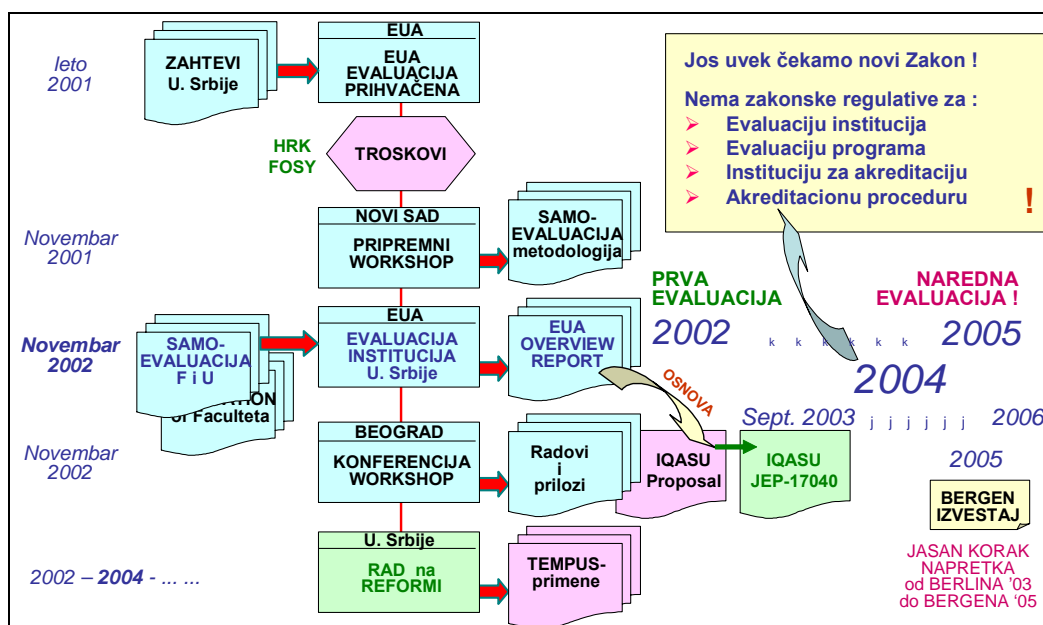
Žarko Spasić, Kosta Herman¹

INTEGRACIJA OBRAZOVANJA INŽENJERA U NACIONALNI SISTEM OBEZBEĐENJA KVALITETA VISOKOG ŠKOLSTVA SRBIJE

Rezime. *Mašinski fakultet je jedan od 31 fakulteta na Univerzitetu u Beogradu i pripada grupaciji od 9 tehničkih fakultet. Neka rešenja u aktuelnoj reformi visokog obrazovanja radi ostvarenja zahteva Bolonjskog procesa će biti specifična u odnosu na fakultete drugih grupacija. Organizacija ALUMNI asocijacije bivših studenata i prijatelja Mašinskog fakulteta je definisana u Monografiji [3] uzimajući u obzir veliki broj mašinskih inženjera (popularni naziv "mašinci") koji žive i rade po celom svetu.*

1. UVODNE NAPOMENE

Tempus projekt "*Implementing Quality Assurance in Serbian Universities*" - **IQASU** je kompleksan i po Konzorcijumu i po programskom sadržaju [1]. Konzorcijum projekta čine Univerzitet u Beogradu (koordinator), Univerzitet u Nišu, Univerzitet u Novom Sadu, Univerzitet u Kragujevcu, Univerzitet u Prištini/K.Mitrovici, Univerzitet Galway (Irska), Univerzitet Palermo, Univerzitet Göttingen, Univerzitet Minho (Portugalija, kontraktor), Univerzitet Erlangen-Nürnberg i Univerzitet Sheffield (UK). Programski sadržaj i radne aktivnosti su definisani u dokumentu Projekta *Workplan*. [2]



Slika 1. Evaluacija univerziteta Srbije i IQASU projekt

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

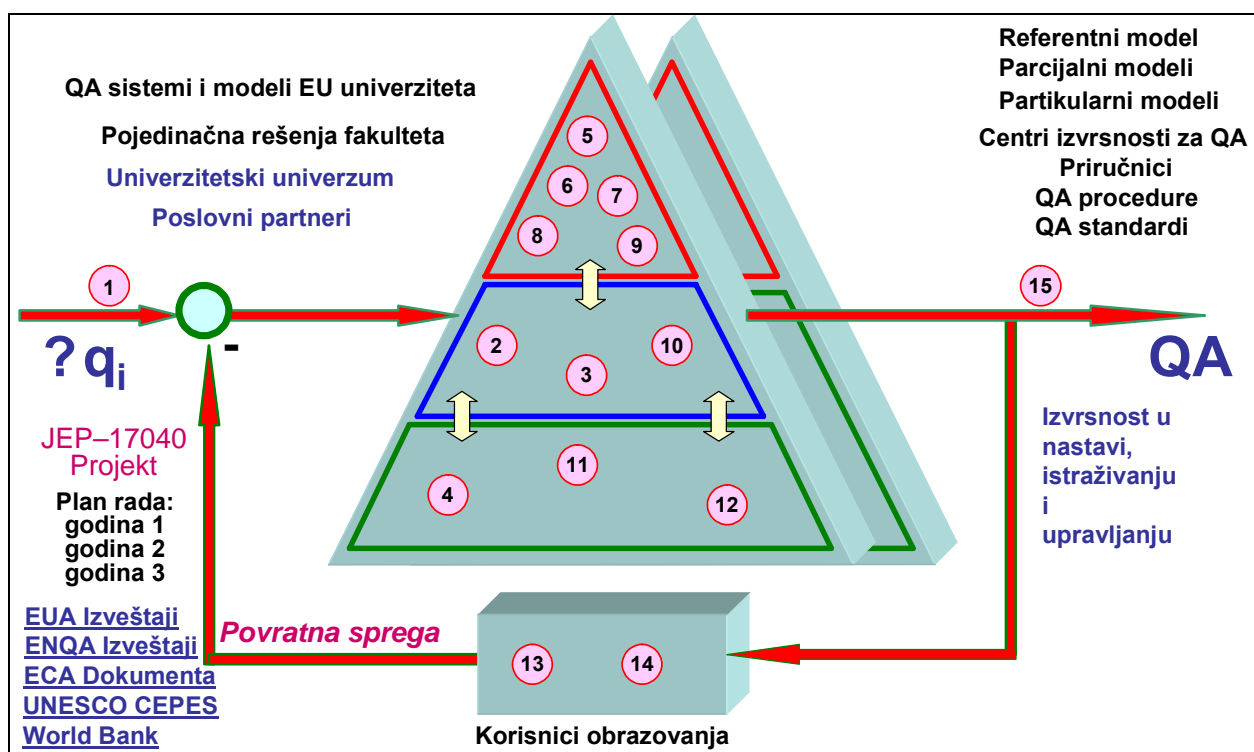
Prva eksterna evaluacija univerziteta Srbije ostvarena je 2002. godine. Naredna eksterna evaluacija bi mogla da bude 2005. ili 2006. ili 2007. godine, a prema intervalu koji bi definisao novi Zakon o univerzitetu. Dugo očekujemo taj Zakon (slika 1) da bi definisali zakonske obaveze za evaluaciju institucija, evaluaciju programa, instituciju za akreditaciju i akreditacionu proceduru. Bez zakona je nemoguća reforma, skoro da smo poslednji u Evropi. Krivci postoje, ali se vešto i "emotivno" zalažu za principe reforme i Bolonjske deklaracije. Da li su univerziteti i fakulteti Srbije konzervativni u tom pogledu?

Inženjersko obrazovanje je deo univerzitetskog obrazovanja na fakultetima koji čine grupaciju tehničkih fakulteta. To su Mašinski fakultet, Tehnološki fakultet, Elektrotehnički fakultet, Građevinski fakultet, Arhitektonski fakultet, Rudarsko-geološki fakultet, Saobraćajni fakultet, Fakultet organizacionih nauka i Tehnički fakultet - Bor. U radu se iznose rešenja sa Mašinskog fakulteta koja su inicirana pre navedenog projekta [3].

2. ALUMNI ASOCIJACIJA I INTEGRALNI SISTEM OBEZBEĐENJA KVALITETA

Sistem obezbeđenja kvaliteta za institucije visokog obrazovanja (engl.: **Quality Assurance System**) je višenivojski, višekriterijumski, diskretan, dinamički i kompleksan sistem sa ugrađenim mehanizmom postepenog i kontinualnog podizanja nivoa kvaliteta [3]. To je takođe sistem sa višekriterijumskim procesom donošenja odluka sa koordinacijom i harmonizacijom na nivoima fakulteta i univerziteta povezanim korisnicima obrazovanja (industrija, privreda, studenti, strukovne asocijacije, poreski obveznici i drugi). Za sve zemlje Evrope koje su pristupile Bolonjskom procesu prioritetan zadatak je razvoj nacionalnih sistema obezbeđenja kvaliteta za univerzitete i njihove organizacione jedinice - fakultete, departmane i škole. Berlinski kominike (Berlin '03) predviđa i druge obaveze Ministarstava za prosvetu zemalja potpisnica koje treba da se prikažu na predstojećem Ministarskom sastanku (Bergen '05).

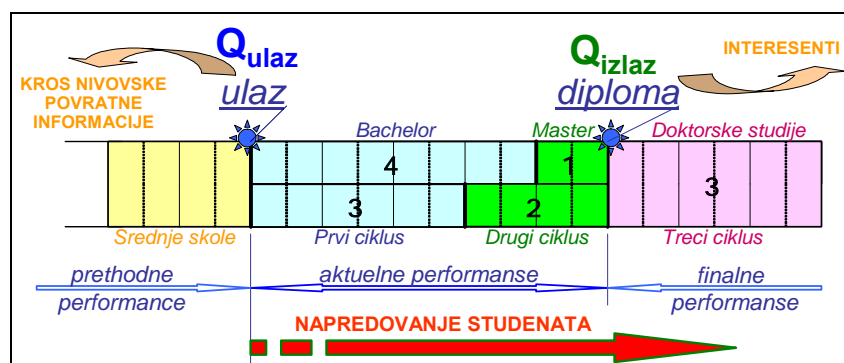
Nacionalni sistem obezbeđenja kvaliteta je projektovan kao optimalna integracija dobre prakse na 6 pomenutih univerziteta Konzorcijuma projekta, uspešnih rešenja ostalih univerziteta sveta kao i specifičnosti sistema obrazovanja na univerzitetima Srbije. Na osnovu specifikacije zahteva za novi sistem obrazovanja definisan je sistem sa sledećih 15 podsistema:



Slika 2. Povratne informacije ALUMNI asocijacije ALFaMEB

1- Analiza sistema i modela obezbeđenja kvaliteta EU univerziteta; 2- Referenti, partikularni i parcijalni sistemi i modeli kvaliteta u obrazovanju; 3- Definisane indikatore kvaliteta; 4- Baza podataka/znanja integrisanog univerziteta; 5- Evaluacija programa; 6- Evaluacija institucija visokog obrazovanja; 7- Upitnici i statističke analize; 8- Akreditacija i obezbeđenje kvaliteta; 9- Studentske aktivnosti; 10-

Procedure kvaliteta i specifikacija standarda kvaliteta; 11- Centri izvrsnosti za obezbedenje kvaliteta; 12- Informaciono-komunikaciona infrastruktura; 13- ALUMNI Asocijacija mašinaca; 14- Obrazovno-poslovno okruženje Univerziteta/Fakulteta; 15- Testiranje, uvođenje i primena. Podsystemi su distribuirani na tri nivoa (stratuma) koji definišu ICT infrastrukturu, osnovne komponente sistema obezbedenja kvaliteta i osnovne oblasti sistema.



Slika 3. Merenje kvaliteta u obrazovanju

Korelacija između kvaliteta izlaza i ulaza u procesu dvociklusnog obrazovanja primenom odgovarajućih statističkih analiza još uvek nije utvrđena. Korelaciju je moguće odrediti uspostavljanjem mehanizma praćenja u procesu studiranja za svakog studenta. Slika 3 prikazuje da izveštaje o kvalitetu ulaza i izlaza koriste srednje škole (povratna informacija) i interesenti (stakeholders) usluga *Visokog obrazovanja*. Za prvi i drugi ciklus obrazovanja potrebno je da se odrede kvalifikacije za obrazovni prostor Evrope. Za profile stručnosti usmerenja Proizvodno mašinstvo to su, pre svega, sledeće kvalifikacije: *Konstruktor alatnih mašina, Konstruktor alata i pribora, Projektant tehnologije obrade rezanjem, Projektant tehnologije obrade deformisanjem, Projektant proizvodnih linija i sistema, Projektant sistema automatizacije, Projektant automatskih linija montaže, Projektant industrijskih robota, Informatičar proizvodnje, Informatičar integralnog proizvodnog sistema, Menadžer odražavanje i dijagnostike, Menadžer kvaliteta i Nastavnik inženjerskih disciplina*.

*Example from Work Stage 13:
Faculty of Mechanical Engineering*

*QA feedback information from
Virtual ALUMNI Enterprise*

Slika 4. ALFaMEB sekcije u inostranstvu

Model organizacije Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu predviđa [3] prstrukturna prilagodavanja prema principima Bolonjske deklaracije. Promene u organizaciji treba da otklone sve identifikovane nedostatke u ukupnom poslovanju Mašinskog fakulteta i da prevaziđu otpore promenama. Predstoji formiranje [3] Asocijacije bivših studenata i prijatelja Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu pod imenom ALFaMEB (ALUMNI of the Faculty of Mechanical Engineering - Belgrade). Usvojen je informacioni sadržaj *Pristupnice* kako bi inicijalno članstvo na osnivačkoj Skupštini usvojilo Statut Asocijacije. Jedna od važnijih aktivnosti Asocijacije je aktivno poslovno delovanje Virtuelnog preduzeća mašinskih inženjera VEoME (Virtual Enterprise of Mechanical Engineers) koji čine svi mašinci sveta, povezani komunikacionim mrežama. To znači da Asocijacija okuplja, informiše, sa matičnim fakultetom povezuje i međusobno povezuje sve mašince kroz elektronski integrisane sekcije u zemlji i svetu. Poseban značaj će se posvetiti budućim mašincima u srednjim školama kroz informisanje o Mašinskom fakultetu, profilima stručnosti mašinaca, uslova studiranja, fondovima, stipendijama i vrednostima struke. U mnogim zemljama sveta je važno koji je fakultet završen i kog je on ranga na budućoj rang-listi univerziteta prema ostvarenim standardima Bolonjskog procesa. Zato je i poznat doprinos bivših studenata matičnim fakultetima (literatura, oprema, laboratorijski prostor i drugo), čime se doprinosi njegovom razvoju i većoj ukupnoj afirmaciji.

Na slici 4 su prikazani koordinatori nekih od ALFaMEB sekcija u inostranstvu. Članovi ALFaMEB mogu da budu bivši studenti Mašinskog fakulteta koji su diplomirali, svi koji su magistrirali ili specijalizirali i doktorirali, svi profesori i asistenti koji učestvuju ili su učestvovali u izvođenju nastave (uključujući i nematične katedre), svi profesori univerziteta sveta koji su bili gostujući profesori na Mašinskom fakultetu, svi profesori univerziteta sveta koji su boravili na Mašinskom fakultetu duže od 3 meseca, kao i svi profesori univerziteta sveta koji su bili angažovani na međunarodnim projektima. Studenti imaju sledeće statuse u članstvu: posmatrači (odmah posle upisa), pridruženi (apsolventi) i redovni (posle diplomiranja).

3. ZAKLJUČAK

Prema zahtevima Bolonjskog procesa i Ministarskog sastanka u Berlinu, 2003. godine definisan je nacionalni sistem obezbeđenja kvaliteta za institucije visokog obrazovanja. Deo tog sistema su povratne informacije iz industrije/privrede, kao i ALUMNI asocijacije bivših studenata. Uvođenje sistema kvaliteta nastavnih, istraživačkih i menadžment aktivnosti na univerzitetima Srbije podrazumeva definisanje odgovornosti i jasne procedure odlučivanja.

Literatura

- [1] Spasić, Ž., Đurić, M., Stefanović, V., Nikolić, R., Dolićanin, Ć., Tempus IQASU project: Od Berlin '03 zahteva do Bergen '05 očekivanja, Visoko obrazovanje Srbije na putu ka Evropi, Beograd, 2005.
- [2] Spasic, Z., Putnik, G. et al., Implementing Quality Assurance in Serbian Universities, Proposal of TEMPUS JEP 17040, European Commission, Brussels, 2003.
- [3] Spasić, Ž., Nedeljković, M., Bošnjak, S., Obradović, A., Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu - Misija na putu ka evropskoj integraciji, Monografija, Mašinski fakultet, Beograd, 2003.

Žarko Spasić, Kosta Herman

INTEGRATION OF ENGINEERING EDUCATION AND NATIONAL QUALITY ASSURANCE SYSTEM IN SERBIAN HIGHER EDUCATION

Abstract. *The Faculty of Mechanical Engineering is one of the 31 faculties of the University of Belgrade, belonging to the group of 9 technical faculties. Some solutions in the actual reform in order to achieve the Bologna process requests will be specific, comparing the faculties from other groups. The ALUMNI association organization was defined in [3] taking into account the great number of mechanical engineers (popular name is "mašinci") all over the world.*



ULOGA CIM SISTEMA U KANBAN SISTEMU¹

Sadržaj - Zalihe u proizvodnji nose najveći deo troškova proizvodnje. Zato se velika pažnja posvećuje problemu upravljanja zalihama, u cilju njihovog smanjenja.

Sistem kojim se utiče na zalihe u proizvodnom procesu je kanban sistem. On je nastao sa just-in-time proizvodnjom u Japanu. U kanban sistemu se proizvode one količine koje tržište traži i ne stvaraju se zalihe gotovih proizvoda i nedovršene proizvodnje.

Ovim radom biće predstavljen navedeni sistem, kao i način njegovog povezivanja sa CIM sistemom. Uloga CIM sistema je da doprinosi efikasnijem funkcionisanju kanban - a.

1. UVOD

Kanban sistem je nastao pedesetih godina u Tojota Motor Kompaniji. Autor ovog sistema je Taiichi Ohno, tvorac Tojotinog proizvodnog sistema. Japanci su na kraju Drugog svetskog rata, kako bi dostigli Amerikance istraživali njihove metode masovne proizvodnje. Otkrili su oslanjanje na proizvodnju u velikim serijama sa ciljem da se stvori maksimalna efikasnost, raspodelom dugih pripremno-završnih vremena na veliki broj proizvoda u seriji. Međutim, ove metode se nisu mogle primeniti u Japanu zbog niske tražnje i zato što nije bilo dovoljno sredstava za investiranje u zalihe.

Autor ovog sistema je Taiichi Ohno, tvorac Tojotinog proizvodnog sistema. Ohno je istraživao šta treba promeniti. Primetio je dva problema [4]:

1. da se proizvode delovi ili proizvodi koji nisu naručeni i
2. da se proizvodi veća količina proizvoda ili delova nego što je potrebno.

Zbog toga je razvio kanban sistem kao način da se proizvodnja usmeri prema stvarnim potrebama i da se održava nizak nivo zaliha.

Kanban sistem je inspirisan jednostavnim sistemom dopunjavanja koji se koristi u robnim kućama, u odeljenjima sa samoposluživanjem. Ohno je sličan sistem primenio i u proizvodnji. Između potrošačkog i proizvođačkog centra postoji malo, međufazno skladište. Potrošački centar uzima potrebne delove iz ovog skladišta i kada količina delova dostigne signalnu količinu tada se šalje zahtev proizvođačkom centru da dopuni skladište. Po prijemu zahteva proizvođački radni centar proizvodi potrebne delove i isporučuje ih. Posle uspešne primene kanbana u proizvodnji ovaj sistem je upotrebljen i za nabavljanje materijala od dobavljača. Kanbanom se obaveštavaju dobavljači o potrebnoj količini, vremenu isporuke delova, i o mestu u proizvodnji na koje moraju biti isporučeni. Da bi to bilo moguće sa dobavljačima je uspostavljena dugoročna saradnja.

2. KANBAN SISTEM

Kanban je japanska reč koja znači "karta" ili, "vidljiv zapis" ili "ident karta". Ova reč se koristi za opisivanje specifičnog sistema za upravljanje just-in-time proizvodnjom na radioničkom nivou. Kao sistem upravljanja proizvodnjom kanban pokriva upravljanje proizvodnom, kontrolu zaliha, kontrolu kvaliteta, nabavku i distribuciju, pa čak i sistem motivacije radnika. Cilj Kanbana je da poboljša produktivnost sistema i da osigura uključivanje izvršilaca u postizanju ove visoke produktivnosti i to obezbeđivanjem veoma vidljivih sredstava za posmatranje protoka proizvoda kroz proizvodni sistem i izgradnje nivoa zaliha u okviru sistema. [2]

Taiichi Ohnoi je utvrdio sledeće funkcije kanbana [3]:

¹ Zoran Radojević, FON, Beograd, 011/3950-819

Dragana Stojanović, FON, Beograd, 011/3950-860, stojanovicd@fon.bg.ac.yu

1. obezbeđuje informacije za čuvanje ili transport materijala,
2. obezbeđuje informacije za proizvodnju,
3. sprečava prekomernu proizvodnju i transport,
4. služi kao radni nalog za određena dobra,
5. sprečava proizvodnju neispravnih komada otkrivanjem procesa u kojima se izrađuju defektni komadi,
6. otkriva postojeće probleme i održava zalihe pod kontrolom.

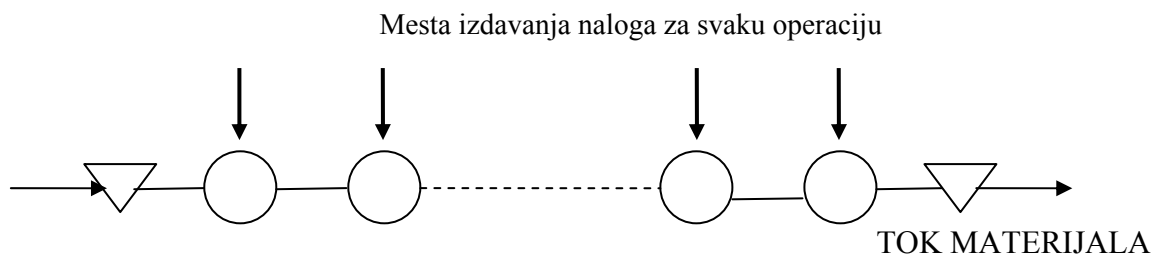
Suština kanban koncepta je da dobavljač, skladište ili prethodna operacija u proizvodnoj liniji treba da proizvode i isporučuju samo one delove koji su potrebni, onda kada su potrebni, tako da nema nestašice materijala u proizvodnji. Kanban proces obuhvata mnogo više od finog usaglašavanja termin planova proizvodnje i nabavke, kojim se zalihe minimizuju, tako što se nabavka delova vrši onda kada su potrebni u proizvodnji i gde se proizvodnja u toku stalno prati.

2.1. Konvencionalno usmeravanje proizvodnje i usmeravanje u kanban sistemu

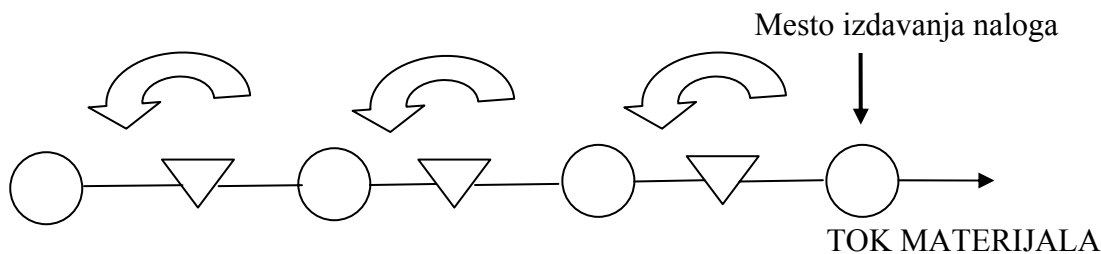
U konvencionalnom sistemu svaka operacija je orijentisana prema narednoj u skladu s postojećim planom proizvodnje (sl. 1.). Tako se predmeti rada "guraju" kroz proces proizvodnje.

Do opadanja kvaliteta može doći i usled pogrešne obrade delova, upotrebe nekvalitetnog materijala ili usled drugih grešaka u procesu proizvodnje. Uobičajen način ublažavanja svih smetnji jeste postojanje međuskladišta materijala u proizvodnom sistemu ili postojanje skladišta gotove robe bez obzira na konkretne potrebe potrošača.

Svaka operacija u procesu proizvodnje, prema potrebi, "usisava" predmet rada iz prethodne operacije, tako da se u procesu proizvodnje konstituiše "tok potreba" umesto da se poluproizvodi "guraju" od strane operativnog plana. Nalog za proizvodnju se dostavlja samo poslednjem izvršiocu u proizvodnom procesu, koji predmet rada uzima od prethodnog izvršioca, a ovaj od prethodnog i tako redom. Svaki izvršilac proizvodi, odnosno pribavlja samo onu količinu materijala ili delova koju preuzima naredni.



Slika 1. Konvencionalno usmeravanje proizvodnje



Slika 2. Usmeravanje proizvodnje u kanbanu

2.2. Vrste kanban signala

Kanban je japanska reč za "ident kartu". Ova "ident karta" i kanban sistem imaju za cilj da :

- identifikuju sadržaj kontejnera materijala,
- izvrše novu porudžbinu materijala kada je kontejner prazan.

Pored kartice postoje različiti tipovi signala za različite svrhe. To su:

- kontejneri,
- kompjuterski signali,
- elektronski signali,
- žetoni,
- faks uređaji,
- bojom označen prostor na podu ili polici.

Pri uobičajenom upravljanju proizvodnjom koriste se sledeće kartice [3]:

- *Identifikaciona kartica* – koja služi za prepoznavanje proizvoda.
- *Instruktivna kartica za operaciju* – koja sadrži podatke kada i koliko će se proizvoditi.
- *Transportna kartica* – koja daje podatke odakle i kuda se proizvod kreće.

To su tačno one informacije koje sadrži i kanban. S obzirom da se radi o proizvodnji koja se ponavlja, isti kanban može se upotrebiti više puta.

Postoje dva osnovna tipa kanban kartica:

- kanban za proizvodnju (sa instrukcijama o operacijama) i
- kanban za transport (sa instrukcijama o transportu).

Imajući u vidu različito organizovane procese proizvodnje razvijene su dve vrste kanbana za proizvodnju:

- standardni proizvodni kanban (za male serije)
- signalni proizvodni kanban (za veće serije).

2.3. Zahtevi za primenu kanbana

Pravila kojih se treba pridržavati u kanban sistemu [3]:

1. Defektni delovi se ne mogu transportovati do sledećeg potrošačkog punkta. Greška treba da se predoči vrlo snažno i jasno.
2. Potrošač donosi pravu količinu pravih delova sa prethodne operacije, i vodi računa da pripadajuća transportna kartica (ako se takva koristi) prati delove unazad.
 - Materijal ne sme da se transportuje od jedne do druge operacije bez iniciranja od strane transportne kartice,
 - Donosi se tačno ona količina koja je označena na transportnoj kartici, i delovi i kartica se drže zajedno.
3. Proizvođač obnavlja skladište sa pravim tipom delova do utvrđenog nivoa bafera
 - Proizvodi se tačno onaj broj koji je označen na proizvodnoj kartici,
 - Delovi se proizvode po redosledu pristizanja proizvodnih kartica,
 - Proizvodnja (proizvodnja delova ili montaža) ne sme otpočeti bez proizvodne kartice. Proizvodnju delova za kojima ne postoji momentalna potreba treba odmah obustaviti ukoliko nedostaje proizvodna kartica,
 - Proizvoditi delove samo za onu veličinu serije za koju postoji dogovor unapred.
4. Dozvoljeno je upotrebljavati samo standardne nosače materijala, sa odgovarajućim brojem delova.
5. Treba da postoji samo jedna proizvodna i jedna transportna kartica za svaki nosač materijala ili kontejner. Upravljanje nivoom zaliha i količinom materijala u radu postaje jednostavno s obzirom da se ovo određuje odgovarajućim brojem kartica i brojem delova po kartici.

3. CIM I KANBAN

Računarski integrisana proizvodnja i kanban sistem imaju isti cilj, a to je da se proizvodnja učini štedljivom, odnosno da postane "lean" proizvodnja. Kanban doprinosi ostvarenju takve proizvodnje, tako što smanjuje zalihe u proizvodnji. Zalihe u proizvodnji predstavljaju trošak, koji opterećuje kompaniju i smanjuje profitabilnost preduzeća. Smanjenjem zaliha, smanjuju se troškovi proizvodnje i zarobljeni kapital, te se višestruko povećava profitabilnost. CIM sistem, sa druge strane, smanjuje vreme proizvodnje i tako smanjuje troškove, povećava kvalitet proizvoda i pouzdanost sistema, i na taj način čini proizvodnju štedljivom.

Autori u [1] navode deset koraka za postizanje CIM sistema, i na kraju "lean" proizvodnje:

1. Reinženjering proizvodnog sistema
2. Redukovanje ili eliminacija podešavanja

3. Integrisanje kontrole kvaliteta u sistem
4. Uvođenje preventivnog održavanja u sistem
5. Uravnotežiti, odrediti redosled i sinhronizovati ("glatka" proizvodnja; održavanje "nivoa" proizvodnje; učiniti proizvodnju "predvidivom"; **Uvesti kanban signale**)
6. Kontrola proizvodnje
7. Redukovanje zaliha nedovršene proizvodnje
8. Integracija snabdevača
9. Automatizacija
10. Računarski integrisana proizvodnja

Kao što je navedeno, uvođenje kanban signala i sinhronizacija proizvodnje predstavljaju jedan od deset koraka za postizanje CIM sistema. Dakle, kanban sistem je neophodan za kompletnu integraciju i uravnoteženje proizvodnje koji predstavljaju osnovu za implementaciju CIM sistema.

Kanban sistem zbog svojih karakteristika i zahteva za primenu pretpostavlja da ćelije u proizvodnji moraju savršeno funkcionisati. Signali se prenose samo onda kada postoje zahtevi za proizvodnjom i uvek se proizvodi ista količina proizvoda, osim u slučaju kada dođe do promene na tržištu. Kao signali se mogu koristiti sijalice i drugi elektronski i kompjuterski signali. Ukoliko se takvi signali šalju u jedan centralni sistem, mogu se obrađivati i opet slati na odgovarajuća radna mesta. To uslovljava postojanje sistema koji će biti adekvatna podrška kanban-u. Sistem koji predstavlja adekvatnu podršku kanban-u je CIM sistem. CIM integriše celokupnu proizvodnju i obezbeđuje pravovremene informacije. Povezivanjem ovih sistema povećala bi se efikasnost, jer bi se signali brže prenosili između radnih mesta. Pored efikasnosti, prednost povezivanja je stvaranje baze podataka sa svim informacijama o proizvodnji (radno mesto gde je proizveden deo, proizvedena količina, podaci o zastoju na liniji, gde se nalazi deo u proizvodnji itd.). Takođe se eliminiše mogućnost nastajanja grešaka na koje utiče ljudski faktor, kao što je nepotrebno slanje signala za proizvodnju delova. Ukoliko dođe do nepredviđenih zastoja u liniji na određenom radnom mestu, odgovarajući signal se šalje u centralni računar i zastoj se otklanja. Tako se informacije brže prenose i samim tim se problemi efikasnije rešavaju.

Uloga CIM sistema u kanban-u je da obezbedi efikasnije funkcionisanje i odgovarajuću podršku ovom sistemu, dok je kanban jedna od stepenica u implementaciji CIM sistema. Povezivanjem ovih sistema postiže se sledeće:

- Efikasnije funkcionisanje sistema
- Brže rešavanje problema
- Eliminisanje mogućnosti greške u sistemu
- Pružanje pravovremenih i preciznih informacija o proizvodnji u svakom trenutku
- Stvaranje baze podataka o proizvodnji
- Postizanje "lean" proizvodnje

LITERATURA

- [1] Black J.T., Hunter S.L.: *Lean Manufacturing Systems and Cell Design*, Dearborn, CIM 100, 2003.
- [2] Bošković D.: *Uticaj na zalihe u proizvodnom procesu pomoću CONWIP sistema*, FON, Beograd, 2003.
- [3] Novković M.: *Kako početi*, SINEX, Beograd, 1990.
- [4] Shingo S.: *Nova japanska proizvodna filozofija*, Prometej, Novi Sad, 1995.
- [5] Slović D.: *Upravljanje materijalnim tokovima u proizvodnji primenom kanban sistema*, FON, Beograd, 1999.

Abstract: *Inventories carries the most part of costs in manufacturing. So we dedicate attention to the inventory management problem in tendency to minimise them.*

The systems that operates on inventories in manufacturing are kanban and conwip. In Kanban method we must produce volume according to demand on the market, but without creating renewal inventories and final product inventories.

This paper represents that system, also a ways for connection with CIM system. The role of CIM system is to contribute for efficient operating of kanban.



N.Tošković, D.Marković*

PRIMENA SOFTVERA ZA TEHNO-EKONOMSKU ANALIZU NA PROJEKAT ZA IZGRADNJU I POŠTANJE U RAD MALOG PREDUZEĆA

Rezime : *Izrada investicione analize je prvi korak u aktivnostima izgradnje ili restrukturiranja preduzeća. Rad prikazuje model za izradu analize i razvijen računarski programski paket za podršku. Definisane su faze rada, ulazni podaci i izlazni izveštaji. Takodje su prikazani pravci budućeg razvoja modela.*

1. UVOD

Pre početka izgradnje novog proizvodnog pogona ili restrukturiranja postojećeg, neophodno je uraditi analizu svih parametara budućeg poslovanja. Ma kako se dokument koji se radi zove (Biznis plan, investiciona analiza, investicioni program, studija izvodljivosti ili ...) po sadržaju je sličan i mora da oceni nekoliko ključnih varijabli kao što su :

- | | |
|--|--|
| - tražnja za tekućim proizvodima | - visina i dinamika ulaganja |
| - udeo na tržištu | - profit |
| - tržište nabavke | - akumulativnost |
| - tehničko-tehnološka rešenja | - ekonomičnost |
| - mere zaštite (na radu i životne sredine) | - uticaj na ciljeve šire društvene zajednice |

Praktično, da bi odgovorila cilju izrade, analiza (studija) mora da sadrži : marketing analizu, program realizacije i ekonomsku analizu [1]

Polazeći od opštih zahteva, uz uvažavanje posebnosti koje proističu iz zahteva nekih od kreditora (Evropska investiciona banka, Evropska banka za obnovu i razvoj, Fond za razvoj Republike Srbije, a po modelu Svetske banke, Komercijalna banka AD itd), autori rada su razvili sopstveni model izrade analize i uradili programski paket kao računarsku podršku. U daljem tekstu rada, na primeru analize uradjene za potrebe jednog malog preduzeća, pokazani su osnovni elementi modela.

2. OCENA TRŽIŠNE POZICIJE I TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA REŠENJA

Ključno pitanje za ocenu potrebe izgradnje i/ili restrukturiranja proizvodnog pogona u okviru preduzeća, je definisanje programa i obima proizvodnje. U tom cilju je od najvećeg značaja, za svaki od proizvoda, precizno utvrditi mogući obim plasmana i koje će se strategije u marketing miksu primenjivati (strategija proizvoda, cene, kanala distribucije ili promocije). Pri tome, preduzeće mora da nauči da o sebi ne misli kao o prodavcu roba i usluga, već kao o kupcu potrošača [2].

Potrebe tržišta za bilo kojim proizvodom i apsorpcionu moć istog je prilično teško utvrditi. I ako na raspolaganju stoje brojne metode istraživanja stavova potrošača, sve one zahtevaju relativno dug period rada i značaja ulaganja finansijskih sredstava.

Razvijen model za potrebe izrade analize, polazi od pretpostavke da se radi o malom broju proizvoda, namenjenim ograničenom krugu korisnika. Na slici 1 prikazani su izvori podataka za istraživanje tržišta [3]. Težnja je da se u izradi analize što više koriste sekundarni izvori, pre svega oni eksternog karaktera (statistički, carinski, asocijacija privrede itd.), jer se time smanjuju troškovi izrade analize.

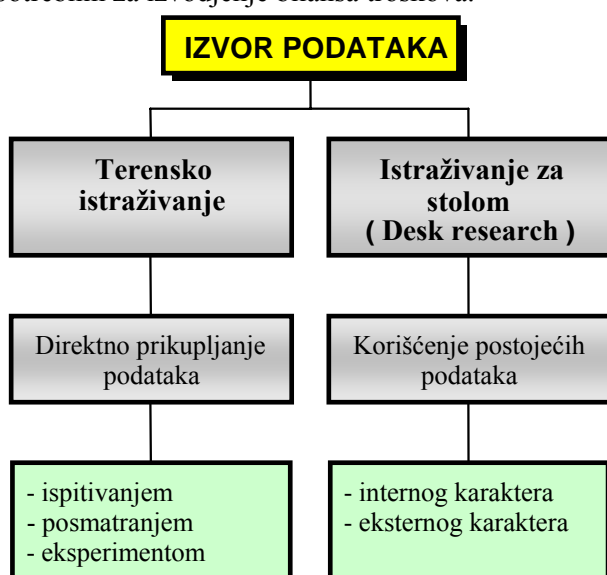
* Nebojša Tošković, dipl.maš.ing. "Latifovic" d.o.o. – Kruševac, E-mail : latifovic@ptt.yu

Dragoslav Marković, dipl.maš.ing. IMK "14.oktobar" A.D. – Kruševac, E-mail : markdam@ptt.yu

Glavni problem je što su to najčešće opšte informacije i nisu prilagodjene potrebama konkretnog proizvodnog programa/proizvoda [4]. Zbog toga se po potrebi ide i na konkretno istraživanje, prikupljanje primarnih podataka. Po pravilu se, kao što je već rečeno, radi o specifičnom tržištu pa je metod prikupljanja podataka komunikacija sa potrošačima i to ispitivanjem.

Prikupljeni podaci se obradjuju tako što se unose u unapred definisane tabele, a zatim simuliraju različite projekcije obima proizvodnje i ukupnog prihoda (pesimistička, optimistička ...). Obradjene informacije se automatski preuzimaju, kao ulazne, u programe za ekonomsku analizu. Učešće ekspertskih znanja iz marketinga je, u u ovoj fazi rada, još uvek dominantno, pa se računarska podrška svodi na obradu podataka (u budućnosti se sigurno može očekivati primena računara po modelima višekriterijumskih analiza).

Po definisanju programa proizvodnje, pristupa se projektovanju proizvoda i tehnologija njegove izrade. Za to se koriste uobičajeni postupci, uz veću ili manju računarsku podršku (CAD/CAM). Podaci iz sastavnice proizvoda (osnovni materijali, pomoćni materijali po vrsti i količini, ambalaža itd.), su polazni za izračunavanje direktnih troškova, a razvijen model izrade analize predpostavlja njihov unos ili direktno preuzimanje iz drugih računarskih programa u zadatam formatu. Zbog malo prostora u radu se bliže ne objašnjavaju modeli istraživanja tržišta nabavke i cena materijala koje predstavljaju dopunu podataka potrebnih za izvođenje bilansa troškova.



Slika 1



Slika 2

Oprema predviđena za korišćenje (uključujući i specijalne alate i pribor) se posebno mora pobrojati. Zatim nastupa faza izbora dobavljača za novu opremu i projektovanje i izbor izvođača radova za izgradnju/rekonstrukciju objekta. Ova faza u izradi analize je, još uvek isključivo u domenu projektnata procesa i prepuštena je njihovom znanju i veštinama. Model se njome ne bavi, a ulazni podaci za ekonomsku analizu su vrednost ulaganja u nabavku opreme i izgradnju objekta.

Malo preduzeće, za čije potrebe je radjena investiciona analiza, namenjena oceni ulaganja u nov proizvodni program i dobijanju podsticajnih sredstava (kredit od Fonda za razvoj Republike Srbije ili poslovne banke), bavilo se izradom alata i remontom hidrauličnih komponenata. Poslovna ideja je bila da se krene u potpuno novu oblast rada, proizvodnju delova od termoplastike (polietilen, polipropilen, polivinil hlorid ...) namenjenih ugradnji u specijalne pumpe. Na slici 2 prikazan je izgled nekih od proizvoda preduzeća predmeta analize.

Istraživanje tržišta, u pravom smislu, nije bilo, jer se kao kupac pojavio ino-partner (praktično je ponudio saradnju). Bilo je neophodno utvrditi mogućnosti potencijalne konkurencije i cenu srodnih proizvoda (po jedinici mase npr.). Kupac je obezbedio i konstruktivnu dokumentaciju, pa je bilo potrebno samo definisati tehnološki proces izrade, konstruisati specijalne alate i sačiniti bilanse potrebnih materijala.

Tehnološkim projektom utvrđena je potrebna oprema i specijalni alati i način rekonstrukcije postojećih građevinskih objekata. Po tehničkim rešenjima, pribavljene su i ponude dobavljača za isporuku, odnosno izvođenje radova. Posebno su pribavljene ponude za nabavku repromaterijala.

3. EKONOMSKI PARAMETRI EFIKASNOSTI

Za razvoj i primenu novih tehnologija potrebna su velika finansijska ulaganja u znanje i opremu. Čak i kod relativno malih investicija, upravljanje finansijama je veoma bitno u svim fazama uvođenja i primene novih tehnologija [5].

Parametri koji se ocenjuju u cilju utvrđivanja ekonomske opravdanosti ulaganja u nove proizvodne programe su : akumulativnost, rentabilnost i likvidnost. Bilans uspeha pokazuje profit koji se ostvaruje kao razlika ukupnih prihoda i rashoda, a akumulativnost projekta prati profit u toku ekonomskog veka projekta. Rentabilnost ulaganja se ocenjuje prema internoj stopi prinosa i neto sadašnjoj vrednosti (oba kriterijuma za ocenu se upoređuju sa željenom vrednošću). Likvidnost projekta se prati u svim godinama veka projekta, a prilivi moraju biti veći od odliva (naravno kod ekonomski efikasnih projekata).

Razvijena paket računarskih programa za izradu analize, omogućava efikasno izračunavanje svih parametara. Obraduju se podaci o ukupnom prihodu, fiksnim i varijabilnim troškovima i ulaganjima. Posebno je urađjen program za obračun troškova kamata i anuiteta i program za obračun troškova ulaganja u trajna obrtna sredstva (TOS). Podaci se unose u tabele, a izveštaji su u formi tabela i / ili dijagrama.

Pored osnovnih podataka o kojima je bilo reči u prethodnom poglavlju, značajni su oni o proceni indirektnih troškova, trajanju ciklusa proizvodnje, danima skladištenja završene proizvodnje, periodu plaćanja dobavljačima, periodu naplate potraživanja itd. Pogrešna procena sa sobom povlači mogućnost dobijanja rezultata koji odstupaju od stvarnih, u toj meri, da analizu čine neupotrebljivom. Zbog toga su u fazi pribavljanja podataka znanja eksperta, više nego neophodna.

Za analizu ekonomske efikasnosti realizacije novog proizvodnog programa preduzeća koju je predmet rada, utvrđjeni su neki od sledećih polaznih podataka (u godini dostizanja punog kapaciteta) :

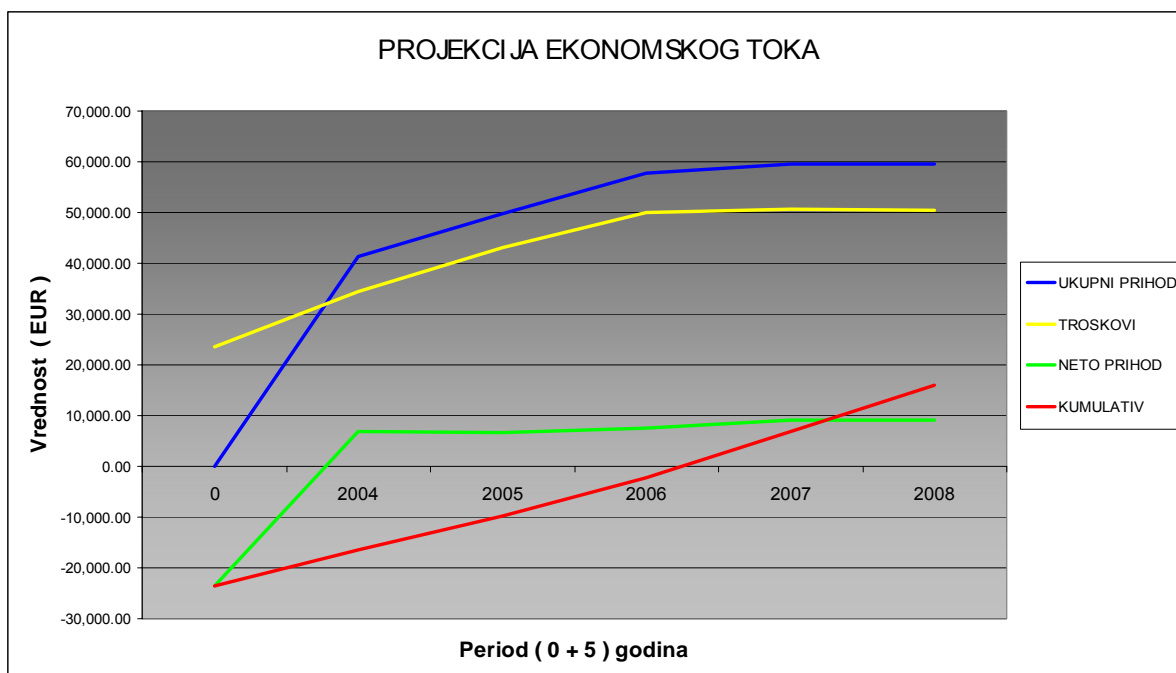
- Troškovi energije 6.000 EUR
- Troškovi održavanja 1.500 EUR
- Dani vezivanja proizvodnje 15 dana
- Dani vezivanja potraživanja 30 dana
- Dani izmirenja obaveza 7 dana

Na slici 3 prikazana je tabela, a na slici 4 dijagram sa projekcijom ekonomskog toka. Može se videti da su rezultati takvi da ispunjavaju zahteve rentabilnosti ulaganja (Interna stopa rentabilnosti 18,94%, neto sadašnja vrednost 453 EUR, period povraćaja 3 godine i 3 meseca).

RB	NAZIV	0	2004 1	2005 2	2006 3	2007 4	2008 5
I	UKUPNI PRIHODI	0.00	41,410.00	49,840.00	57,700.00	59,650.00	59,650.00
II	TROSKOVI	23,500.00	34,445.72	43,095.28	50,061.65	50,607.79	50,554.21
1	Investicije	23,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.1	Osnovna sredstva	21,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2	Obrtna sredstva	2,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Operativni troškovi	0.00	33,312.00	41,997.30	48,818.20	49,135.80	49,073.50
3	Porezi	0.00	1,133.72	1,097.98	1,243.45	1,471.99	1,480.71
III	NETO PRIHOD	-23,500.00	6,964.28	6,744.72	7,638.35	9,042.21	9,095.79
	KUMULATIV	-23,500.00	-16,535.72	-9,791.00	-2,152.65	6,889.56	15,985.35
	DISKONTNA STOPA	18.00%					
	NETO SADASNJA VREDNOST	453.01					
	INTERNA STOPA PRINOSA	18.94%					
	PERIOD POVRAĆAJA						Tri godine i tri meseca

Slika 3

Razvijeni model analize posebno omogućava ispitivanje parametara efikasnosti u uslovima neizvesnosti (dinamička ocena). Ocena se radi na isti način kao i za poslovanje u uslovima izvesnosti (statička ocena), s tim što se u njoj prethodno odrede očekivane promene kod primitka i izdatka, pa se utvrde granice tako da parametri ostanu u granicama prihvatljivih (npr. u slučaju pomenutog preduzeća rast troškova materijala za 24 %, pad ukupnog prihoda za 13 % zadržava ocenjivan projekat u zoni prihvatljivih). Projektovana programska podrška stvara uslove da se do rezultata dolazi veoma brzo, uz praktično neograničen izbor promena koje se variraju.



Slika 4

4. ZAKLJUČAK

Izrada investicione analize (studije) je prvi korak u uspostavljanju nove proizvodnje u preduzeću. Njeni rezultati moraju da pokažu opravdanost ulaganja, odnosno sve tehničke i ekonomske efekte. Razvijen model stvara uslove da se analize rade efikasno uz visok stepen tačnosti. Pri tome ekspertska znanja ostaju još uvek nezamenljiva, u utvrđivanju polaznih elemenata analize, pre svega u delu istraživanja tržišta plasmana i u izboru optimalne tehnologije izrade.

Rad na dogradnji modela biće usmeren ka izgradnji interfejsa koji će povezivati razvijena programska rešenja sa modulima sastavnica i projektovanje tehnologije. Istovremeno, projektovaće se veza koja će omogućiti automatski prenos podataka u program za ocenu boniteta (kao dopunski podaci za kvalitetniju ocenu ekonomskih efekata tada bi se dobijali npr racio likvidnosti, pokazatelji stepena pokriva, racio obrta zaliha itd). To će primenu modela učiniti još efikasnijom.

Literatura

1. Djordjević Z i dr. ; "Istraživanje potreba i zahteva kupaca kao preduslov za rast i razvoj preduzeća" ; Zbornik radova 6. naučno-stručni skup "Sistem kvaliteta uslov za uspešno poslovanje i konkurentnost" ; Kruševac decembar 2003.
2. Levit T ; "Marketing Myopia" ; Harvard Business Review, prema M.Milisavljević ; Marketing , Poslovna škola Megatrend ; Beograd 1998. (str.36)
3. Salai S, Baždarević D ; Marketing istraživanje : "Informaciona osnova marketing menadžmenta" ; Savremena administracija ; Beograd 1997.
4. Novaković-Rajčić B ; "Istraživanje stavova potrošača" ; Zajednica radio i TV stanica Srbije ; Beograd 2002.
5. Romić L i dr ; "Finansijski menadžment kao faktor odlučivanja o uvodjenju novih tehnologija" ; Zbornik radova 26.JUPITER konferencije ; Beograd ; Februar 2000.

Summary : *The feasibility study elaboration is the first step in the activity of making or reconstruction of the enterprise. The paper shows the model for the elaboration of the study and the software application. Phases of the work according to the model, types of the input dates and reports were defined. The elements of the development of the model were given also.*



Vukica Jovanović, dipl. inž., Klara Rafa, dipl. inž.¹

ERGONOMSKA ANALIZA LJUDSKOG RADA U VIRTUELNOM OKRUŽENJU

Rezime

Komfornost učesnika u radnim procesima je jedan od osnovnih, najvažnijih faktora za postizanje kvalitetnog rada. Antropometrijski oblikovana radna mesta karakteriše povišen stepen satisfakcije radnika što se ogleda i u povišenom radnom učinku. Savremeni softverski proizvodi poseduju module za simulaciju ljudskog rada u tehnološkim montažnim sistemima, analiziranje zadovoljenja ergonomskih zahteva, aktivnosti ljudskih resursa kao i njihovog opterećenja u virtuelnom okruženju.

Ključne reči: tehnološko – montažni sistemi, ergonomija, ljudski resursi, CAD

1. UVOD

Montaža predstavlja veoma bitnu fazu celokupnog ciklusa proizvodnje i često čini njen najduži deo. Radnici u montaži rade ponavljajuće zahvate u toku dužeg vremenskog perioda. Greška u projektovanju montažnih radnih mesta i osmišljavanju toka procesa montaže se direktno odražava kako na radni učinak, tako i na zdravlje radnika. Veoma važan aspekt na koji mora da se obrati pažnja prilikom projektovanja ovakvih radnih mesta je da dizajn mora da bude prilagođen ljudskim karakteristikama, obliku i funkciji. Savremeni tehnološki montažni sistemi se u novije vreme projektuju primenom softverskih proizvoda najnovije generacije kao što su CATIA, Pro/ENGINEER, i dr. Primenom alata savremene informacione tehnologije znatno se povećava kvalitet dobijenih tehnoloških rešenja jer su u poslednje vreme razvijeni moduli koji u sebi sadrže informacije vezane za ergonomske zahteve i antropometriju ljudskog tela. U ovom radu će biti opisan problem optimizacije rada ljudskih resursa u manuelnim montažnim linijama.

2. MANUELNE MONTAŽNE LINIJE

Većina industrijskih proizvoda sastoji se iz velikog broja različitih komponenata (elemenata, delova). Ove komponente se sklapaju u jednu celinu primenom različitih postupaka montaže. U velikom broju slučajeva sklapanje sastavnih elemenata se vrši na manuelnim montažnim linijama. Grupe proizvoda koji se montiraju na ovakav način (na montažnim sistemima) navedene su u tabeli 1.

Alati (bušilice, uvrtači itd.)	Kamioni, laki i teški	Nameštaj
Audio oprema	Kuhinjski sudovi	Pumpe
Automobili	Lampe	Računari i periferni uređaji
DVD plejeri	Mašine za pranje rublja	(šampači, monitori itd.)
Električni motori	Mašine za pranje sudova	Telefoni
Frižideri	Mašine za sušenje veša	Tosteri
Kamere	Mikrotalasne pećnice	Video rekorderi

Tabela 1. Proizvodi koji se najčešće sklapaju na manuelnim montažnim linijama

Manuelna montažna linija je proizvodna linija koja se sastoji od niza radnih stanica na kojima radnici obavljaju montažne zadatke. Proizvodi se sklapaju tokom pomeranja duž montažne linije. Na svakoj stanici se na radnoj jedinici obavlja određeni deo ukupnog rada potrebnog za montažu proizvoda. Svaki bazni deo putuje kroz uzastopne stanice na kojima radnici dodaju komponente koje postepeno grade proizvod.

¹ Fakultet tehničkih nauka, Institut za industrijsko inženjerstvo i menadžment, Trg Dositeja Obradovića 5, 21000 Novi Sad, Srbija i Crna Gora, e-mail:vukica@uns.ns.ac.yu

Mehanizovani transportni sistem za rukovanje materijalom se uobičajeno koristi za pomeranje baznih delova duž linije dok se postepeno nadograđuje komponentama sve do finalnog proizvoda. Na nekim linijama se proizvod samo ručno pomera od stanice do stanice.

Tehnologija manuelne montažne linije je donela značajan doprinos razvoju industrije dvadesetog veka, pogotovu što se na taj način montiraju proizvodi široke potrošnje, ranije pomenuti u tabeli 1.

Radna stanica na manuelnoj montažnoj liniji je zadata lokacija duž putanje toka montaže na kojoj jedan ili više radnika obavljaju jedan ili više elemenata rada. Tipične montažne operacije koje se obavljaju na ovakvim radnim stanicama su navedene u tabeli 2.

Elektro – lučno zavarivanje	Presovanje
Lemljenje	Proširivanje
Lepljenje	Šivenje
Montiranje klinova	Spajanje dva dela
Nanošenje adhezivnih sredstava	Tačkasto zavarivanje
Nanošenje sredstava za podmazivanje	Ubacivanje komponenti
Popuna praznina	Urezivanje navoja
Postavljanje kuka, šarki	Zakivanje

Tabela 2. Tipične montažne operacije koje se obavljaju na manuelnoj montažnoj liniji

Neke radne stanice su dizajnirane tako da radnici tokom rada stoje, dok je na drugima moguće obavljanje montažnih operacija iz sedećeg položaja. Kada se radnici u toku rada nalaze u stojećem položaju, moguće je njihovo kretanje oko prostora radne stanice u cilju obavljanja svojih zadataka. Ovo je uobičajeno kod montaže velikih proizvoda, kao što su automobili, kamioni, i veliki uređaji. Tipičan slučaj je kada se proizvod pomera pomoću konvejera konstantnom brzinom kroz stanicu. Radnik otpočinje izvršavanje svog zadatka blizu mesta gde predmet rada ulazi u radnu stanicu i kreće se sa njim sve dok posao ne završi. Nakon toga, radnik se vraća nazad na početak i ponavlja radni ciklus na sledećem predmetu rada. Za manje proizvode (kao što su manji aparati, elektronski uređaji i podsklopovi većih proizvoda), radne stanice su obično dizajnirane tako da radnici sede tokom rada. Ovaj način rada je udobniji i manje zamoran za samog radnika, a takođe i pogodan za ostvarivanje preciznih zahvata.

3. ERGONOMSKI ZAHTEVI U MANUELNIM MONTAŽNIM LINIJAMA

Čovek u montažnom sistemu, tokom svog rada, sedi ili stoji uz montažni sistem, gleda, percipira elemente rada, uzima ih, prenosi, postavlja i sklapa; posmatra, dodiruje i upravlja elementima strukture montažnog sistema, aktivira, uključuje, isključuje pojedine uređaje, opslužuje ih elementima predmeta rada, povremeno se i odmara. Na montažnom radnom mestu se ne može dozvoliti pojava bilo kakve konfliktne situacije u okruženju čovek – montažni sistem. Čovek se mora osećati sigurno i bezbedno, udobno i lagodno u svom radnom okruženju.

Istraživanjem delovanja montažnog sistema, njegovih strukturalnih delova i međusobnog položaja u prostoru, metoda rada i okoline na čoveka, utvrdiće se ergonomske principe koje treba primenjivati pri razvoju montažnih sistema i oblikovanju radnih mesta sa ciljem da se ostvari što efikasniji i humaniji rad. Ergonomske informacije jedan su od osnovnih ulaznih podataka u fazi preliminarne analize ciljeva i ograničenja (koje projektant nastoji da zadovolji ili poštuje), a ergonomske kriterijumi su osnovni kriterijumi uspešnosti u fazi verifikacije izvedenog rešenja.

4. ERGONOMSKI MODUL SOFTVERSKOG PAKETA CATIA V5 - Human Posture Analysis

IBM rešenja za Upravljanje životnim ciklusom proizvoda nude integrisani portfolio inženjerskog oblikovanja i proizvodnje proizvoda i usluga, koji omogućuje da preduzeća kreiraju svoje e-business digitalne poslove. Softverski paket CATIA V5 sadrži sledeće module koji se bave ergonomijom ljudskih resursa: Human Builder, Human Posture Analysis, Human Measurements Editor i Human Activity Analysis. U ovom radu će biti prikazan modul za definisanje položaja ljudskog tela: Human Posture Analysis.

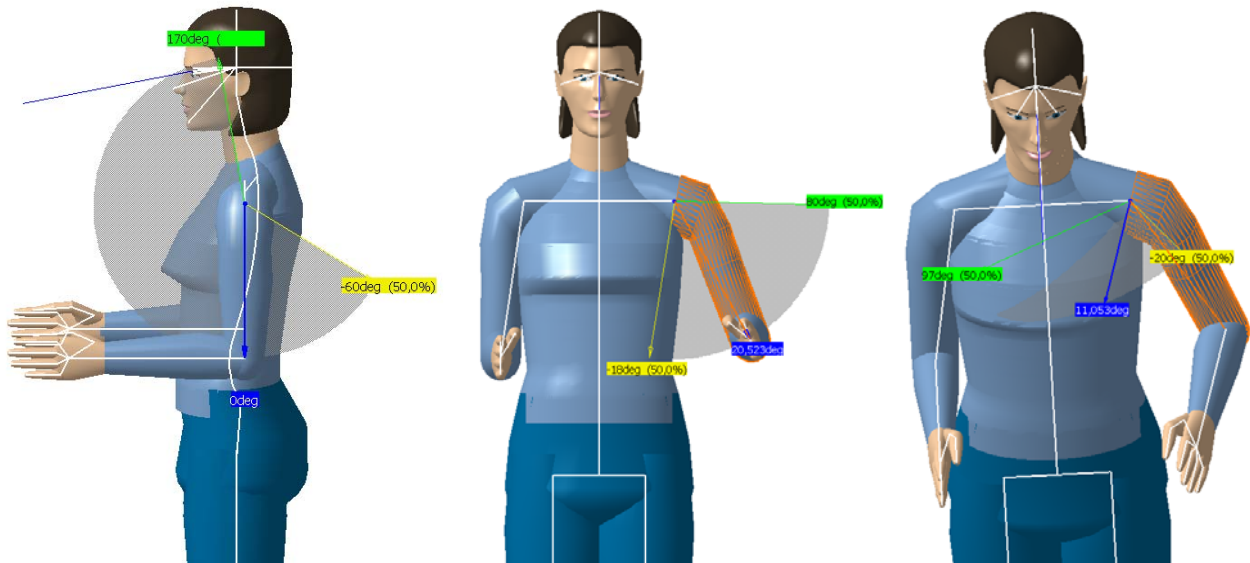
Analiza položaja ljudskog tela

Analiza položaja ljudskog tela se oslanja na ispitivanja koja se zasnivaju na činjenici da modelovanje montažnog sistema mora biti orijentisano ka čoveku i njegovim ergonomske karakteristikama. Planiranje

montažnih postupaka se vrši pre nego što montažna radna mesta u stvarnosti postoje. Ovaj modul služi za analizu uticaja položaja tela radnika u montažnom sistemu, tj. koliko on utiče na izvođenje zahvata. Analiziraju se lokalni i globalni položaji, prioritetni uglovi i udobnost položaja.

Analiza stava ljudskog tela pri radu omogućava korisniku da kvalitativno i kvantitativno analizira sve aspekte stava modela čoveka u virtuelnom okruženju. Celo telo i lokalni položaji se mogu ispitati, oceniti, ponavljati i optimizovati. Bitno je istražiti komfor koji radnik ima pri izvođenju svih pokreta koje vrši pri izvođenju montažnih zahvata.

Struktura modela koji definiše ljudsko telo (manekena) se sastoji iz 68 segmenata koji su međusobno spojeni preko zglobova i to sa 6 uparenih zglobova (gde radijus kretanja može zavistiti od pozicije susednog zgloba). Opsezi kretanja (fleksibilnost, funkcionalna ograničenja) za ovih šest uparenih zglobova se takođe mogu upariti. Ovi segmenti su: predeo oko ključne kosti, ruke, podlaktice, butine, noge i gležnjevi.

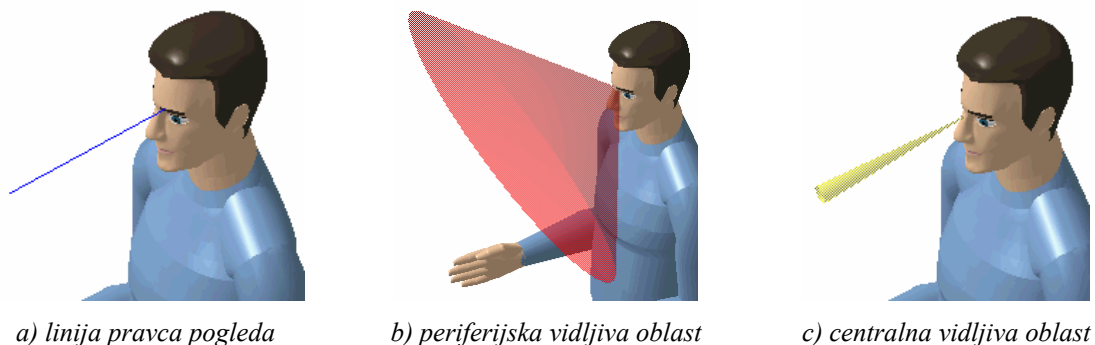


Slika 1. Tri stepena slobode nadlaktice

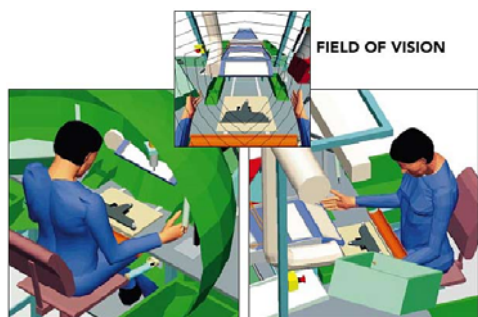
Stepeni slobode se definišu kao: savijanje / istežanje, uvijanje / uvrtnje, rotacija itd. Aktivni segment može imati maksimalno tri stepena slobode. Pošto se čovek sastoji od segmenata koji su međusobno povezani zglobovima, ta tri stepena slobode su rotacije oko referentnih zglobova npr. nadlaktica se može rotirati na tri načina oko ramena što je prikazano na slici 1.

Svako pomeranje segmenta oko zgloba je definisano svojim ugaonim ograničenjima. Između gornjeg i donjeg ograničenja se nalazi oblast mogućih položaja. Na slici 1 strelicama su prikazani krajnji (gornji i donji) položaji kao i trenutni položaj aktivnog (izabranog) segmenta. Da bi se sprečilo zadavanje vrednosti položaja segmenta koji nije moguće ostvariti, zbog ograničenja vezanih za ljudsko telo, može se onemogućiti izmena granica.

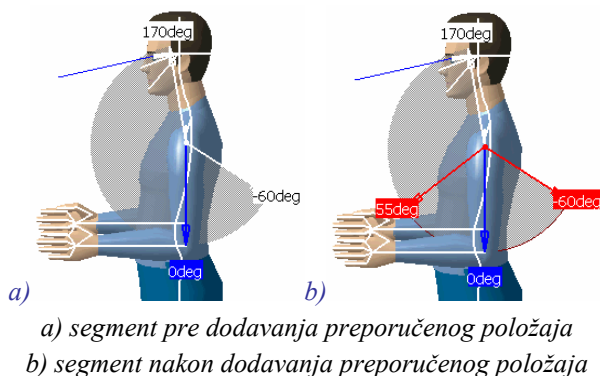
Položaj ljudskog tela je definisan sledećim elementima: a) segmentima, b) filterom vezanim za položaj šake (može se posmatrati sa ili bez prstiju), c) stranom tela (leva ili desna), d) stepenom slobode (savijanje / istežanje, uvijanje / uvrtnje itd.); e) vrednošću, f) načinom prikaza i g) preporučenim položajem. Npr. podlaktica ima dva stepena slobode: savijanje /istežanje i uvrtnje šake, a ruka ima tri stepena slobode: savijanje /istežanje, uvrtnje i srednju / bočnu rotaciju.



Slika 2. Načini prikaza vidnog polja radnika



Slika 3. Domašaj i vidno polje modela radnika



a) segment pre dodavanja preporučenog položaja
b) segment nakon dodavanja preporučenog položaja

Pri analizi položaja ljudskog tela pri radu se može analizirati koliko je vidno polje radnika, tj. da li su svi objekti na radnom mestu u tom vidnom polju. Vidno polje je prikazano sa tri parametra a to su: linija koja predstavlja pravac pogleda, periferijska vidljiva oblast i centralna vidljiva oblast (slika 2).

Na slici 3 je prikazano montažno radno mesto koje se analizira u ergonomskom modulu, kao i oblast domašaja i vidno polje radnika. Ove informacije su veoma važne za projektante montažnih sistema.

Potrebno je za svaki segment odrediti optimalne položaje (slika 4). Radnik bi se veoma brzo umorio kada bi radio u graničnim položajima. Ukupan opseg kretanja jednog segmenta se može podeliti na određeni deo podopsega. Svakom položaju se može dodeliti ocena koja kvantifikuje koliko je postignuti položaj blizu ili daleko od preporučenog položaja. Na ovaj način je moguće grafički prikazati ukupnu ocenu položaja manekena ili lokalnu ocenu položaja određenog segmenta.

Slika 4. Prikaz definisanja preporučenog položaja

Ocena položaja manekena se vrši nakon definisanja preporučenih uglova za segmente. Rezultat se može prikazati za sve stepene slobode ili za svaki stepen posebno što se definiše zadavanjem određenog filtera. Može se posmatrati za celu kičmu, ili za svaki kičmeni pršljen posebno, za celu ruku ili za svaki deo posebno.

Ocena položaja manekena pokazuje koliko trenutni položaj odstupa od optimalnog. Korišćenjem automatske opcije za pronalaženje najboljeg mogućeg položaja, na osnovu unapred zadatih preporučenih uglova, položaj manekena se može dovesti u optimalan opseg, gde je ocena položaja najveća. Ova opcija je od velikog značaja jer je osnovni cilj dovođenje manekena u »zonu komfornog položaja« u kojem se radnici manje zamaraju, što je svakako praćeno povišenim stepenom zadovoljstva učesnika u procesu rada.

ZAKLJUČAK:

Čovekov rad u montažnom sistemu karakteriše niz dugotrajnih, ponavljajućih aktivnosti. Njihovom analizom se može vršiti unapređenje i optimizacija radnog učinka, a u isto vreme, sprečavanje poremećaja vezanih za neugodan položaj pri radu. Korišćenjem softverskih rešenja najnovije generacije, kao što je CATIA V5, koje sadrže integrisane ergonomske module za podršku projektovanju, znatno se povećava kvalitet projektovanog montažnog sistema koji je, na ovaj način, u znatno većoj meri prilagođen čoveku i njegovim karakteristikama.

ERGONOMIC ANALYSIS OF HUMAN WORK IN VIRTUAL ENVIRONMENT

Summary

The comfort of participants in working processes is one of the basic, most important factors in quality work achievement. Anthropometrically shaped workstations are characterized by higher degree of worker satisfaction which results in higher work productivity. Modern software applications have modules for human work simulation in technological assembly systems, analyzing ergonomic conditions, human resource activities, as well as their loads in the virtual environment.

Key words: technological assembly systems, ergonomics, human resources, CAD

LITERATURA:

- [1] Groover M., Automation, Production Systems and Computer - Integrated Manufacturing, USA, 1997.
- [2] Simić M., Magistarski rad, FTN, Novi Sad, 1999.
- [3] CATIA V5.14 User's Manual



Slavković G.¹

WEB SERVISI

Rezime

Današnja ekonomska utakmica zahteva brzo reagovanje u poslovanju. Često pravovremena reakcija upravljačkog kadra kompanije zači razliku između dobiti i propasti. Sve više se uspeh kompanije diktira produktivnim informacionim sistemom (software), a manje tehnološkom generacijom hardware-a na kome se pokreće software. Razvoj digitalnih fabrika zahteva nove iskorake u kompatibilnosti informacionih sistema. Razvijeni standardi u informacionim tehnologijama upravo to omogućavaju.

Ključne reči: web, servis.

1. UVOD

Poslednjih godina u svetu su promenjeni tržišni uslovi i uslovi poslovanja. Potreba za sve složenijim proizvodima na tržištu, uz skraćanje vremena isporuke kupcu, primorava kompanije na uspostavljanje novih vidova kooperacije u oblasti proizvodnje [1]. Jedan od najvažnijih faktora, koji određuju performanse novih organizacionih modela u proizvodnji, je sposobnost brzog prilagođavanja i promena strukture (rekonfigurabilnost), odnosno fleksibilnost. Kao odgovor na današnje ekonomske izazove razvijeno je nekoliko koncepata, kao što su virtualne fabrike, upravljanje lancem proizvodnje, mrežna proizvodnja, i danas veoma aktuelan: digitalna fabrika.

2. NOVI PRISTUP PROIZVODNJI

Digitalna fabrika integriše generisanje, memorisanje i isporuku svih relevantnih podataka o proizvodu i procesu u njegovom životnom veku – od najranijeg planiranja do masovne proizvodnje [2]. Ona je više nego što je 3D virtuelna fabrika, koja procesom simulacije povezuje proizvod/proces preko upravljanja podacima o proizvodu i upravljanja organizacijom i tokom materijala.

Digitalna fabrika povezuje digitalni proizvod, digitalno planiranje, digitalni pogon i realnu fabriku. Sa praktične tačke gledišta, osnovni koraci u primeni koncepta digitalne fabrike su: CAx/EDM integracija ($CAx \in \{CAD, CAM, CAE\}$ i *Electronic Document Management*), integracija rezultata simulacije u projektovanju i planiranju, upravljanje 3D tolerancijama i lancima procesa, i realizacija povratne sprege za upravljanje kvalitetom. Kada se razmotri CAx/EDM, kao ključna oblast za funkcionisanje digitalne fabrike, uočavaju se sledeći važni elementi: procesi u digitalnoj fabrici moraju biti dobro definisani, jer oni predstavljaju osnovu za specifikaciju informacionog sistema, integracija podataka između digitalnog proizvoda i digitalne fabrike su glavni faktor za uspešnu realizaciju ovog koncepta, i integracija podataka je ograničena kompatibilnošću i mogućnostima informacionog sistema, a posebno izborom njihovih interfejsa. U oblasti projektovanja i planiranja elemenata, smanjenje broja korišćenih raznih sistema znači izbor CAx/EDM sistema na istoj platformi. Ali u proizvodnji ovaj prilaz nije ostvariv, jer postoji veliki broj specijalizovanih sistema za upravljanje resursima (alatima, NC programiranje, upravljanje kvalitetom, itd). Moguće rešenje za ovu oblast je integracija sistema na nezavisnom modelu podataka, koji opisuje nezavisne

¹ mr Goran Slavković, Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd 35
e-mail: gslavkovic@mas.bg.ac.yu

modele (geometrijski, funkcionalni, logički) između proizvoda, procesa i resursa. Takođe su ovi modeli povezani kroz različite sisteme. Ovaj prilaz omogućuje jedinstveni prilaz različitim strukturama podataka, memorisanih u različite nezavisne sisteme. Međutim, integracija specijalizovanih informacionih tehnologija – alata sa sopstvenim modelima upravljanja podacima i njihovim performansama je zahtev digitalne fabrike, gde se realizuje i koristi integrisani model za projektovanje, planiranje i proizvodnju.

3. NEZAVISNI MODEL PODATAKA

Često kompanije, kao informacioni sistem, uvode sistem prosleđivanja poruka, koji kupcima omogućava i automatsko naručivanje preko Web-a, na principu samoposluge. Kada kupac izrazi želju da naruči neku robu, informacioni sistem treba da napravi narudžbenicu, naplati cenu sa računa kupca i obezbedi da se poručena roba isporuči iz skladišta koje je najbliže mestu boravka kupca.

U budućnosti, kompanije mogu izabrati da ovaj sistem prosleđivanja poruka upotrebe za posredovanje u poslovnoj komunikaciji dobavljača i kupaca, odnosno poslovnih partnera. Za tako nešto je potrebno koristiti industrijske standarde za prenos poruka, kao što je XML.

3.1. Razmena podataka

XML (*eXtensible Markup Language*) [4] predstavlja opšte prihvaćeni standard na kome se bazira koncept komunikacije. XML je ostvaren kao tehnologija za prevazilaženje problema u vezi sa aktivnostima razmene podataka između aplikacija, ali se sve više koristi i kao mehanizam za čuvanje i transport strukturiranih podataka. To je, ustvari, skup pravila za definisanje jezika za označavanje. Da bi aplikacije razmenjivale podatke, ti podaci moraju da budu nekako "označeni". Označavanje omogućava prijemnoj aplikaciji da shvati njihov smisao i da ih upotrebi na koristan način. Jedna velika prednost XML-a je to što su podaci koji su sadržani u XML datoteci "samoopisni", zbog toga što je svaki element podatka obuhvaćen "oznakama", sličnim onima u HTML-u, koji daju kontekstualni nagoveštaj o samim podacima.

Neki od glavnih razloga za izbor XML su:

- standardizovan format, koncipiran na SGML-u (*Standard Generalized Markup Language*) – ISO 8897,
- široko rasprostranjen i lako prenosiv sa računara na računar,
- mogućnost definisanja XML šeme, odnosno sopstvene strukture za smeštanje informacija,
- kreiranje dokumenta na maternjem pismu,
- koristi već postojeću strukturu za HTML, odnosno sve postojeće Internet alate,
- omogućava razmenu bez opasnosti od virusa, jer je format zapisa čisti ASCII kod.

XML datoteke rade na osnovu koncepta oznaka i elemenata. Razmena podataka ide preko XML dokumenata. Recimo, narudžbenice koje su definisane u određenom sistemu baze podataka izvoze se u XML dokument. Struktura XML dokumenta prikazana je na slici 1. (dati je primer narudžbenice koji ima strukturu kao u relacionim bazama podataka). Početna i završna oznaka čine element. Odvajanje oznaka vrši se znakom manje ("<") ili veće (">"). Naziv oznake se pojavljuje između ova dva znaka. Razlika između početne i završne oznake je u tome što se kod završne oznake ispred imena nalazi znak kosa crta. Zajedno, početna i završna oznaka čine element. Tekst između dve oznake predstavlja podatke koji pripadaju toj oznaci. Kao primer, imamo **element** *KupacID*, a **vrednost** ovog elementa je *0607967710077*. Elementi mogu da sadrže i druge elemente (element *Narudžbenica* sadrži ostale elemente). Postoji još jedan način da se podaci uvedu u neku XML datoteku, mada se ona uglavnom koristi za "metapodatke" ili podatke o podacima, a to su atributi koji se nalaze unutar oznake koja otvara element. Možemo da imamo koliko hoćemo atributa i da u njima čuvamo podatke kakve god želimo.

XML formirani podaci, koji se čuvaju u datoteci, tretiraju se na sličan način kao relacioni podaci koji se čuvaju u bazi podataka. Prema tome, podaci se mogu učitati iz XML datoteke u drugu aplikaciju, kao da su izdvojeni direktno iz baze podatka.

Šeme obezbeđuju mehanizam za definisanje pravila kojima XML dokument mora da se prilagodi. One pomažu da se razume, šta su zapravo podaci koji se čuvaju u nekom XML dokumentu. Šema definiše kako

raličiti elemnti mogu da se sastave da bi se napravio dokument određenog tipa. Ukoliko se obezbedi šema koja definiše ovu strukturu zajedno sa XML dokumentom, svako će biti u stanju da razume podatke sadržane u dokumentima. Ukoliko datoteka koju je poslao poslovni partner sadrži podatke o narudžbenici, aplikacija može da koristi podatke i da radi nešto korisno. Šeme predstavljaju odličan način da se uverimo da li možemo biti sigurni da dokument odgovara poslovnim pravilima kompanije.

XML dokumenti rade prema konceptu čvorova, u kome svaki čvor predstavlja deo dokumenta. Taj deo može biti početna oznaka, završna oznaka, neki podaci sadržani između dve oznake, ili razmaci i sekvence za novi red koji se pojavljuju izvan oznaka. Uvek se polazi od prvog čvora i prolazi se kroz dokument dok se neposete sve čvorovi.

3.2. Web servisi

XML Web servisi predstavljaju protokol distribuirane komunikacije zasnovan na SOAP-u (*Standard Object Access Protocol*). Slanjem SOAP poruka serveru, aplikacija opisuje proceduru koju poziva i parametre koje koristi. Kada se procedura završi, server šalje aplikaciji povratnu SOAP poruku. Danas mnogi programeri o Web servisima govore kao XML Web servisima, jer su u SOAP porukama koje aplikacija i server razmenjuju upakovani XML podaci. SOAP može okvirno da se definiše kao XML preko HTML-a i obezbeđuje strandard koji podržava transfer podataka u obliku XML poruka. XSL (*eXtensible Stylesheet Language*) se koristi za transformisanje XML datoteke u HTML, nove i drugačije formatirane XML datoteke, tekstualne datoteke, ili druge formate [3]. Drugi vidovi tehnologija distribuirane komunikacije zahtevaju da komunikacija bude mnogo jače povezana, pa se često koriste formati protokola zavisni od platforme. SOAP, zahvaljujući korišćenju XML-a i HTTP-a, oslobađa klijenta i servera od ograničenja implementacije zavisnih upravo od platforme i omogućava daleko veću fleksibilnost i upotrebu Web servisa u heterogenom računarskom okruženju.

```
<?xml version="1.0" standalone="yes" ?>
-<Narudzbenice>
  -<Narudzbenica>
    <NarudzbenicaID>2030</NarudzbenicaID>
    <KupacID>0607967710077</KupacID>
    <DatumNar>050308</DatumNar>
    <TransportVoziloID>3</TransportVoziloID>
    <TransportAdresa>Kraljice Marije 16</TransportAdresa>
    <TransportGrad>Beograd</TransportGrad>
    <TransportPosta>11250</TrasportPosta>
  </Narudzbenica>
  -<Narudzbenica>
    <NarudzbenicaID>2031</NarudzbenicaID>
    <KupacID>2104965770323</KupacID>
    <DatumNar>050309</DatumNar>
    <TransportVoziloID>4</TransportVoziloID>
    <TransportAdresa>Ruzveltova 22</TransportAdresa>
    <TransportGrad>Beograd</TransportGrad>
    <TransportPosta>11000</TransportPosta>
  </Narudzbenica>
</Narudzbenice>
```

Slika 1. Deo XML dokumenta

Klijent i server su vezani takozvanim "ugovorom". Kada se razvija Web servis, pravi se ugovor u kojem se navode sva podržana zaglavlja, medoti, parametri i tipovi vraćenih vrednosti. Sve dok klijent poštuje ugovor on će moći uspešno da komunicira sa serverom. Na taj način su web servisi nezavisni od jezika i od platforme. Osim toga, zahvaljujući fleksibilnosti formata XML, servisu se mogu dodavati nove metode a da se ne poremeti funkcionalnost klijenta.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na današnjem nivou razvoja tehnike i poznavanja tehnologije proizvodnje delova, sve više ključnu stavku igra informacioni sistem. Korišćenjem nekompatibilnih informacionih elemenata u sistemu (diktiranih najčešće nabavkom raznovrsnog hardware-a i software-a), kompanija je osuđena na propast. Uvođenjem standarda i novih tehnologija u informacione sisteme (i to pretežno software-a), nekompatibilnost hardware-a se kompenzuje i kompanija može da učestvuje u ekonomskoj utakmici. Postojeći razvijeni standardi u informacionim tehnologijama, koji odgovaraju novom savremenom digitalnom konceptu poslovanja, upravo to omogućavaju.

5. LITERATURA

- [1] Babić, B., Kalajdžić, M., Mrežna proizvodnja, 29. Jupiter konferencija, Beograd, 2003., 4.5-4.8
- [2] Majstorović, V., Digitalna fabrika – fikcija, stvarnost ili budućnost, 30. Jupiter konferencija, Beograd, 2004., 3.139-3.144
- [3] Slavković, G., Web obrasci, 30. Jupiter konferencija, Beograd, 2004., 4.31-4.34
- [4] World Wide Web Consortium for XML Web Site, <http://www.w3.org/XML/>, 2005.

Slavkovic G.

WEB SERVICES

Summary

Nowdays economical trends demand quick respose in busynes game. Aproprate reaction of industrial management often means between profits and disaster. Company achivment is dictated more by superior information system (software) then technological generation of hardware which drives that software. Development of digital company demand new steps in compatibility of information systems. New standards in information tehnology provide that.

Key words: *web, services.*



J. Bašić¹, K. Herman, Ž. Spasić²

METODOLOGIJA INFORMACIONOG REINŽENJERINGA INOVATIVNOG CIM-PREDUZEĆA

Rezime

Reinženjering proizvodno – poslovnog procesa (Business Process Reengineering – BPR) je fundamentalno novi koncept radikalnog unapređenja proizvodno – poslovnih procesa u cilju postizanja dramatičnih poboljšanja u kritičnim merama performansi – cene, kvaliteta, usluga i rokova. Ključni pojmovi iz definicije reinženjeringa su: fundamentalan, radikalno, dramatična, proces.

Opšta metodologija reinženjeringa je modifikovana prema zahtevima i potrebama primene na primeru odabranog industrijskog CIM – PREDUZEĆA a na osnovu postulata o unapređenju – reinženjeringu reinženjeringa.

1. UVODNE NAPOMENE I POSTAVKA PROBLEMA

Sadržaj i smer promena proizvodno – poslovne prakse u poslednjih dvadesetak godina ukazuje na dvojnja i često suprotstavljena obeležja; porast globalizacije, proizvodnje, tehnologije i trgovine a sa druge strane tendencije regionalizacije, rast konkurentnosti udruživanja, raznovrsnosti i zahtevima za novim oblicima kvaliteta. Ovo će biti preovlađujući trendovi na početku trećeg milenijuma. Sve to u globalnom smislu se gradi na tehnološkim probojima informatike, nanotehnologija, novih materijala i genetičkog inženjeringa.

Radi opstanka na savremenom tržištu, neophodne su velike i brze promene - unapređenja u preduzećima strukturisanim oko procesa.

Ova metodologija je iz dva dela. Prvi deo razmatra problematiku opšte metodologije reinženjeringa proizvodno – poslovnog procesa uz integrisanje svih elemenata procesa i strukture preduzeća kroz reinženjering informacionog sistema preduzeća. Rezultat je kreirana opšta metodologija reinženjeringa proizvodno – poslovnog procesa, preduzeća i reinženjering informacionog sistema kao integracionog segmenta preduzeća.

Drugi deo rada razmatra primenu opšte metodologije reinženjeringa procesa i informacionog sistema preduzeća na odabrano industrijsko preduzeće.

Kreiranje opšte metodologije reinženjeringa procesa i informatičkog reinženjeringa se zasniva na nekoliko ključnih entiteta.

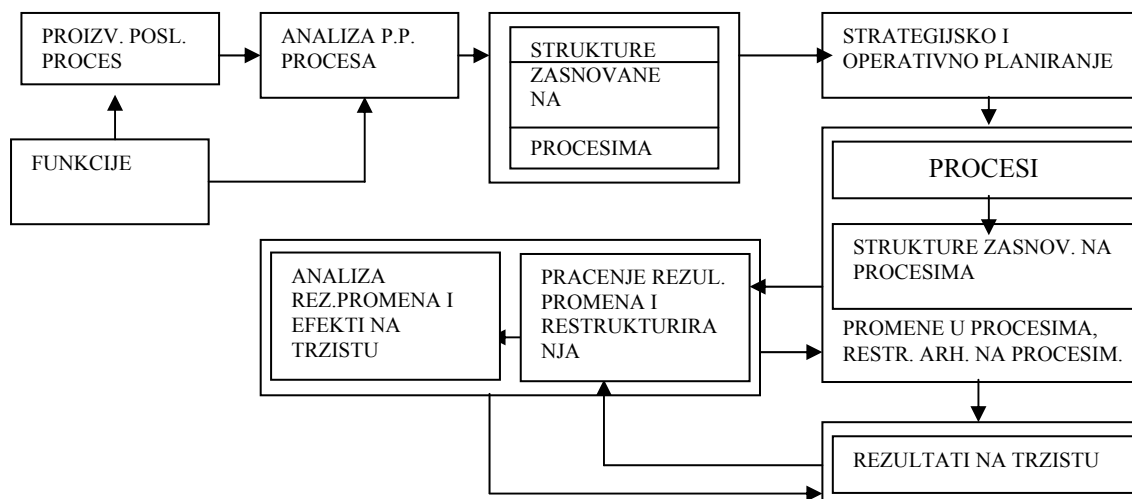
Proces tj. proizvodno – poslovni proces je zaokruženi komplet aktivnosti koji transformiše ulaze u izlaze (proizvode ili usluge) za kupce (korisnike), spoljašnje ili unutrašnje.

Unapređenje proizvodno – poslovnog procesa je životno potreban postupak da bi proizvodno – poslovno preduzeće opstalo na savremenom tržištu.

Model kontinualnog unapređenja procesa (slika 1) razmatra i meri tekući proces pa shodno tome čini kontinualna unapređenja performansi tog procesa. Postupak kontinualnog unapređenja procesa započinje dokumentovanjem onoga što se u procesu radi, uspostavlja se odgovarajući način da se mere performanse procesa a zatim se identifikuju mogućnosti za unapređenja na osnovu prikupljenih podataka. Unapređenja se zatim implementiraju u sam proces i mere se performanse novog tj. unapređenog procesa. Ova petlja se stalno ponavlja jer je to i suštinska odlika kontinualnog procesa unapređenja.

¹ Mr. Jovan Bašić, dipl. inž. maš., JKP "Beogradski vodovod i kanalizacija"

² Kosta Herman, dipl. inž. maš., Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, e-mail: kherman@mas.bg.ac.yu
Prof. Dr Žarko Spasić, dipl. inž. maš., Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, e-mail: zspasic@mas.bg.ac.yu



Slika 1. Model promena i restrukturiranja CIM-Preduzeća

Prethodni model unapređenja procesa je efikasan za dobijanje inkrementnih unapređenja procesa. Međutim, u poslednjih petnaestak godina nekoliko ključnih faktora je povećalo potrebe za brzim unapređenjem procesa. Najuticajniji faktor je tehnologija.

Novе tehnologije (informatika, novi materijali, nanotehnologija, genetski inženjering) su vrlo brzo pružile i nove mogućnosti za razvoj procesa istovremeno podižući nivo konkurentnosti i pojačavajući potrebe za dramatičnim – brzim i radikalnim unapređenjima procesa. Drugi očigledan trend je otvaranje svetskih tržišta i podsticanje slobodne trgovine. Ove promene dovele su mnoge nove kompanije na globalno tržište pa je konkurencija sve veća.

Radi opstanka na savremenom tržištu, potrebne su velike promene u preduzećima. Pošto je brzina imperativ za sve, malo procesa može opstati na sporim promenama pa kompanije teže promenama koje bi donele proboj u performansama a ne samo postepena unapređenja.

2. REINŽENJERING PROIZVODNO – POSLOVNIH PROCESA

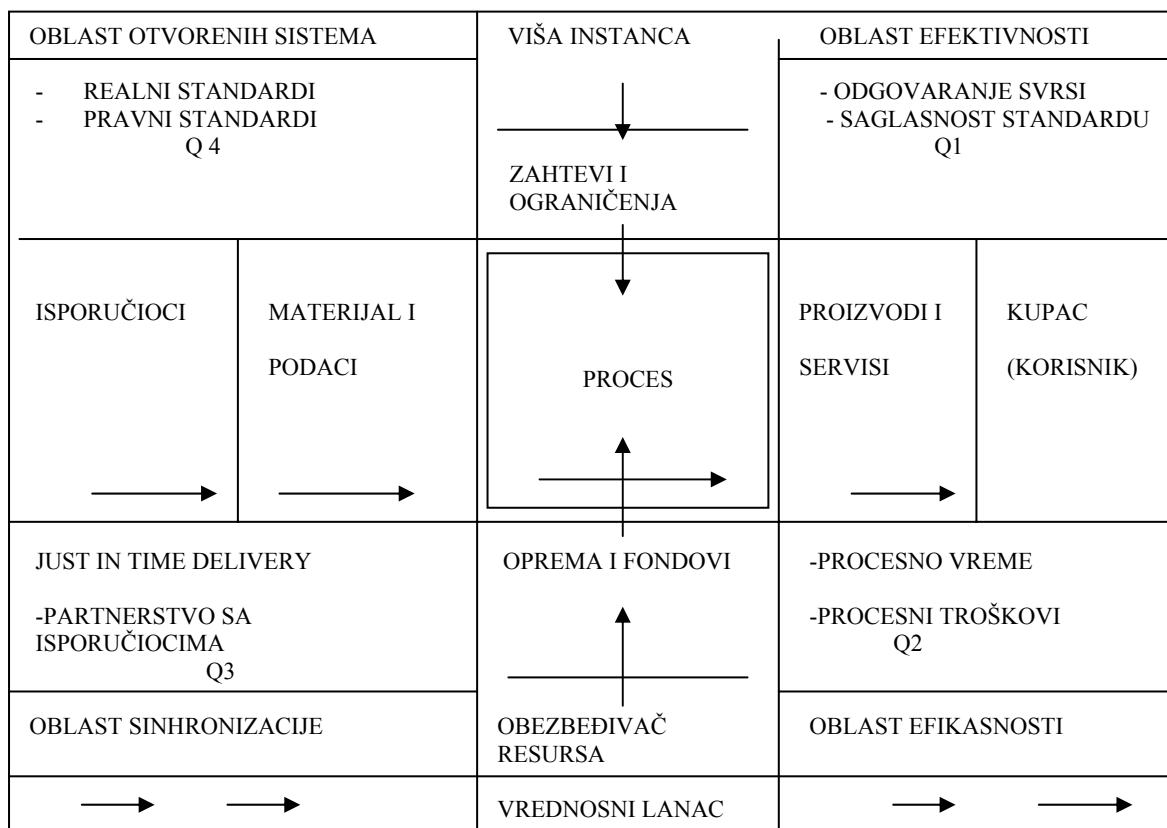
Reinženjering proizvodno – poslovnih procesa je ključni novi pristup brzim, dramatičnim promenama i unapređenjima. U svom ekstremnom, izvornom obliku, reinženjering procesa podrazumeva pretpostavku da je postojeći proces irelevantan – ima loše performanse, ne funkcioniše, trebalo bi ga zameniti, valja početi iznova. Ovakav stav “početka sa gole ledine” omogućava projektantima procesa da se odvoje od dotadašnjeg procesa i takvog načina razmišljanja i da se u potpunosti usmere ka novom procesu. Dakle, valja se prebaciti u budućnost kroz kreiranje odgovora na suštinska pitanja:

Kako bi proces trebalo da izgleda? Kako bi kupci želeli da sve to (proces, proizvod, usluga) izgleda? Kako bi vlasnici procesa i zaposleni želeli da sve to izgleda? Kako to rade najbolji iz branše? Kako se najbolje mogu primeniti nove tehnologije? (slika 2)

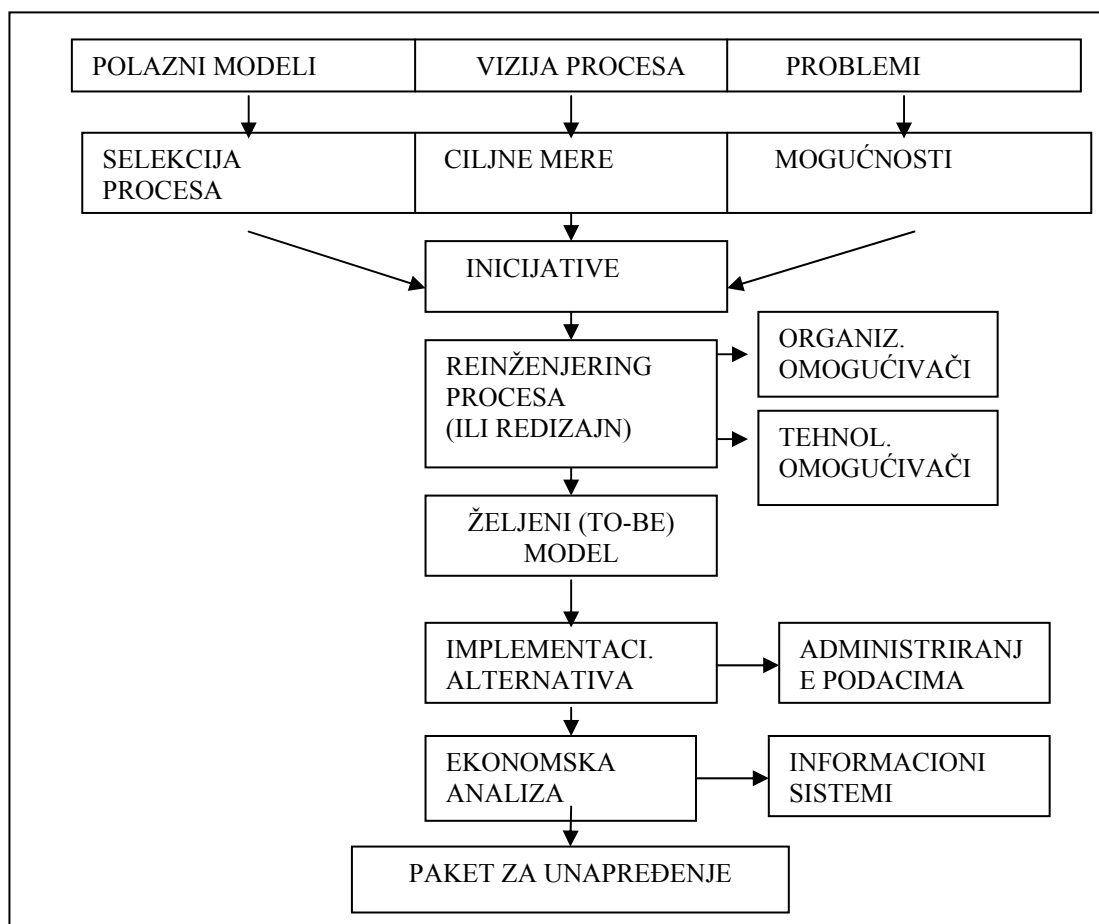
Suštinska razlika između konceptata kontinualnog unapređenja procesa i reinženjeringa procesa (slika 3) je dvojaka: u polaznom stavu da li se počinje od postojećeg procesa ili od početka i u radikalnosti i brzini unapređenja.

Vremenom su se pojavile izvedene varijante ovih dvaju konceptata unapređenja procesa a koje su znatno ublažile kontraste konceptata – ciljevi oba pristupa su bliski – postizanje uspeha procesa i rešavanje teškoća kod implementacije zamašnih promena u korporacijama. Pokazalo se da je vrlo teško kreirati jedinstven pristup reinženjeringu za potrebe svih i svakog preduzeća posebno. Veliki je izazov razumeti specifične potrebe određenog preduzeća, koji pristup primeniti i kako postići i pravilno ocenjivati rezultate unapređenja procesa.

U ovom radu je uspostavljen principski a konkretizovan pristup kreiranju brzih i temeljnih promena – unapređenja proizvodno – poslovnih procesa, ali načelno sa polazne osnove postojećih procesa.



Slika 2. Vrednosni i upravjački lanac procesa



Slika 3. Poslovi u okviru reinženjeringa procesa

3. OPŠTA METODOLOGIJA

Opšta metodologija reinženjeringa proizvodno – poslovnog procesa je podeljena na šest glavnih faza, koje opet sadrže ukupno dvadeset pet specifičnih koraka. Ovi koraci vode korisnika kroz postupak unapređenja – reinženjeringa od aktivnosti definisanja misije preduzeća do procene vrednosti unapređenja posle implementacije.

Faze reinženjeringa procesa, detaljno razrađene u opštoj metodologiji, su sledeće:

- Strategijsko i poslovno planiranje.
- Reinženjering procesa.
- Sprovođenje organizacionih promena.
- Sprovođenje tehnoloških promena.
- Inženjering preduzeća.
- Izvršenje projekta.

Svaka faza je podeljena u korake kojima se jasno definišu zadaci koji se sprovode, rezultati koji se dobijaju izvršenjem zadataka kao i preporučene tehnike i alati za postizanje rezultata. Koncept opšte metodologije reinženjeringa proizvodno – poslovnog procesa podrazumeva integrisano kreiranje i praćenje dokumentacije, obuku i pakete za podršku što omogućuje funkcionalnom rukovodstvu i zaposlenima pouzdanu primenu metodologije.

Ovo se zasniva na ideji triju glavnih preduslova za velike promene i unapređenja preduzeća po Džozefu Džarenu:

- potpuna posvećenost projektu višeg rukovodstva preduzeća,
- kontekst za koordinaciju promenama u čitavom preduzeću,
- neophodni alati za sprovođenje promena i postizanje cilja.

Kad preduzeće ima na raspolaganju opsežnu i zaokruženu metodologiju, može brzo i sigurno da pristupi restrukturiranju svojih procesa radi ispunjenja sopstvene misije. Opšta metodologija osigurava kreiranje i sprovođenje projekta reinženjeringa preduzeća i njegovih strukturnih segmenata, od početka do kraja.

4. SHEMA AKTIVNOSTI U IZRADI BPR PROJEKTA

FAZA/KORAK

AKTIVNOSTI I POSLOVI

P. Postupak izbora proizv. poslovnog preduzeća

- P.1. Primena kriterijuma izbora – 4 definisana kriterijuma.
- P.2. Opštiji pristup izboru-potrebe i zahtevi preduzeća.

A. Planiranje i početak posla

- A.1. Identifikacija ključnih podsticajnih faktora (Key Business Drivers) za i protiv promena.
- A.2. Identifikacija kritičnih procesa koji bi se podvrgli reinženjeringu.
- A.3. Identifikacija sponzora iz višeg menadžmenta i formiranje upravnog odbora ključnih ulagača (Key Stakeholders Steering Committee).
- A.4. Obezbeđenje podrške višeg menadžmenta za projekt.
- A.5. Priprema plana projekta: definisanje opsega, postavljanje merljivih ciljeva, izbor metodologije, postavljanje rasporeda na višem nivou.
- A.6. Postignuta saglasnost višeg rukovodstva (Senior Managers) oko ciljeva i dometa projekta.
- A.7. Izbor tima za reinženjering.
- A.8. Izbor konsultanata ili spoljašnjih eksperata.
- A.9. Održati pripremni sastanak za projekt.
- A.10. Upoznati funkcionalne menadžere (rukovodioce) sa ciljevima projekta; započeti komunikaciju sa organizacijom.
- A.11. Obučiti tim za reinženjering.
- A.12. Započeti aktivnost oko sprovođenje promena i pripremiti plan komuniciranja.

B. Istraživanja i nalazi

- B.1. Sprovesti Benchmarking studije na procesima sličnih preduzeća.
- B.2. Sprovesti intervju kupaca (korisnika) i ciljnih grupa za identifikaciju tekućih i budućih potreba.

- B.3. Intervjuisati zaposlene i rukovodioce da bi se shvatili problemi i da se sprovede Brainstorming radi formiranja ideja za promene.
- B.4. Sprovesti istraživanje literature i časopisa radi shvatanja industrijskih trendova i upoznavanja sa primerima najbolje prakse (Best Practices).
- B.5. Dokumentovati postojeće procese (AS-IS Processes) na visokom nivou kao i prikupljene podatke o performansama; identifikovati nedostatke (Gaps).
- B.6. Revidirati promene i opcije u tehnologiji.
- B.7. Intervjuisati vlasnike procesa-ulagače (Stakeholders) i ključne visoke menadžere (Key Senior Managers).
- B.8. Sprovesti radionice ili seminare (Workshops or Seminars).
- B.9. Prikupiti podatke od spoljašnjih eksperata i konsultanata.

C. Formiranje projekta

- C.1. Kroz Brainstorming kreirati nove i inovativne ideje; primenjivati tehnike kreativnog mišljenja (Thinking Outside the Box).
- C.2. Sprovesti razmatranje mogućih scenarija i primenu obrazaca uspeha (Templates of Success) iz drugih firmi.
- C.3. Generisati 3 do 5 modela koristeći funkcionalne eksperte; razviti hibridni model uzimajući najbolje od svakog.
- C.4. Kreirati viziju idealnog procesa.
- C.5. Definisati nove modele procesa i napraviti karte tokova ovih procesa.
- C.6. Dizajnirati organizacioni model da bi se usaglasio sa novim procesom.
- C.7. Definisati zahteve tehnologije i odabrati platformu koja će omogućiti nove procese.
- C.8. Razdvojiti kratkoročna i dugoročna unapređenja.

D. Potvrda –odobrovanje

- D.1. Pripremiti analizu troškova i odobrenje; specificirati povraćaj ulaganja.
- D.2. Procena uticaja na kupce i zaposlene; procena uticaja na konkurentnu poziciju.
- D.3. Priprema formalnog poslovnog paketa (Business Case) za više rukovodioce.
- D.4. Sastanci radi prezentacije nalaza upravnom komitetu (Steering Comitee) i višim rukovodiocima radi odobravanja.

E. Implementacija

- E.1. Kompletirati detaljan dizajn procesa i organizacionih modela; definisati nove poslovne uloge.
- E.2. Razviti sisteme za podršku.
- E.3. sprovesti probna rešenja (Pilot Solutions) i testirati ih u malom obimu.
- E.4. Preneti nova rešenja zaposlenima; razviti i implementirati plan menadžmenta promenama.
- E.5. Razviti plan implementacije u fazama i implementirati rešenje.
- E.6. Razviti plan obuke i obučavati zaposlene novim procesima i sistemima.

F. Naknadne aktivnosti

- F.1. Definisati ključne mere za periodične procene; meriti rezultate novog procesa; implementirati program kontinualnog unapređenja novog procesa.
- F.2. Podneti završni izveštaj upravnom komitetu i višim menadžerima (Steering Comitee and Senior Managers).

Dakle, prethodna shema aktivnosti BPR projekta predstavlja u najkraćem ukupan pregled opšte metodologije reinženjeringa proizvodno – poslovnog procesa preduzeća odnosno organizacije u celini. Valja je shvatiti kao generalni sadržaj smernica i kontrolnih obrazaca za sprovođenje projekta reinženjeringa.

4.1. Benchmarking

Ono što uvek valja imati na umu pri svakom naporu za unapređenje procesa – mora se imati pouzdana metodologija i implementacija kroz Benchmarking.

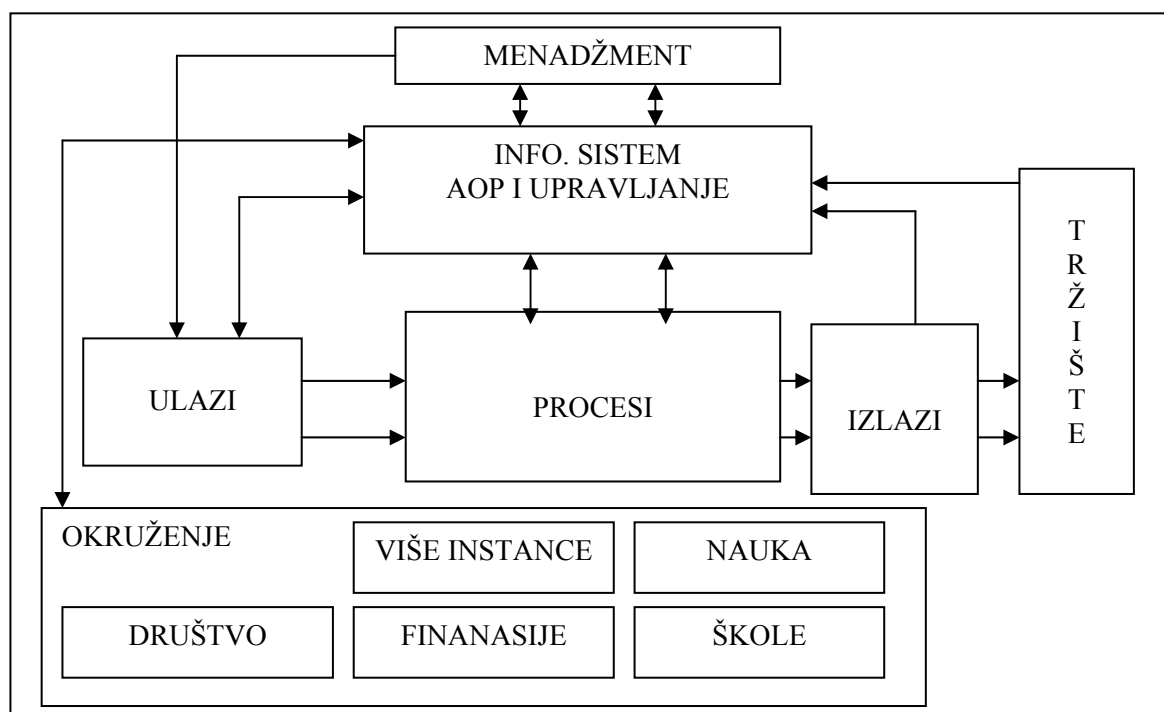
- 1) Postaviti ciljeve i definisati opseg napora.
- 2) Dobiti podršku organizacije, posebno višeg rukovodstva.
- 3) Odabrati specifičan pristup za sprovođenje Benchmarking-a.
- 4) Identifikovati partnere za Benchmarking.

- 5) Prikupiti informacije (istraživanja, pregledi, posete).
- 6) Analiza.
- 7) Izbor ideje za implementaciju.
- 8) Pilot primena.
- 9) Implementacija u punom predviđenom obimu.

5. REINŽENJERING CIM PREDUZEĆA

Informacione tehnologije i sistemi potpuno prožimaju i objedinjuju sve procese i strukture izgrađene na procesima. Preduzeće je zato CIM integrisano. Težnja za osmišljavanjem i sprovođenjem promena na procesima i strukturama čine CIM Preduzeće inovativnom organizacijom koja uči, menja samu sebe i prilagođava se.

Informatički reinženjering procesa i preduzeća je integralno razmatran u okviru opšte metodologije reinženjeringa, dakle potpuno adekvatno povezanosti informacionog sistema, preduzeća i procesa. Ovim pristupom, opšta metodologija produbljuje i zakružuje svoju primenu u okviru ukupnih projekata reinženjeringa – na hardverske, softverske i aplikacijske aspekte reinženjeringa.



Slika 4. Uloga informacionog sistema u okviru CIM-Preduzeća

Drugi deo rada je posvećen primeni opšte metodologije na primeru odabranog industrijskog preduzeća – CIM PREDUZEĆA. Opšta metodologija reinženjeringa je, shodno principijelnom stavu o neophodnosti prilagođavanja, modifikovana realnoj situaciji CIM - PREDUZEĆA i preduslovima za sprovođenje postupka reinženjeringa procesa.

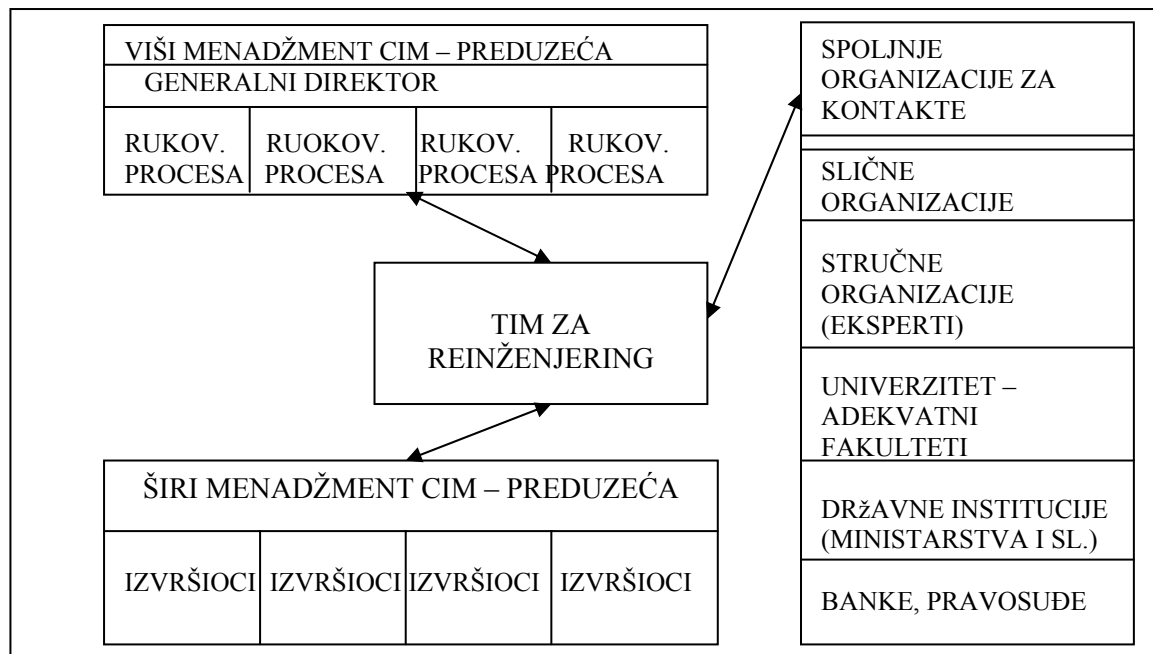
Cilj sprovođenja projekta reinženjeringa na primeru odabranog CIM – PREDUZEĆA je ispunjenje misije preduzeća na osnovu promena u spoljašnjem okruženju, strategija i planovi preduzeća su podsticaji za reinženjering preduzeća.

Specifični uslovi okruženja i statusa CIM – PREDUZEĆA su podsticaj za modifikaciju opšte metodologije reinženjeringa. Sledeći elementi su glavni nosioci modifikacija:

- kriterijumi izbora preduzeća,
- vlasničko – pravna transformacija preduzeća,
- definisanje kroz sistem analizu pratećih i pomoćnih procesa i njihovo unapređenje,
- unapređenje informacionog sistema (slika 4) kroz pilot projekt.

Na osnovu ovih elemenata je formiran hodogram aktivnosti (slika 5) projekta reinženjeringa odabranog industrijskog CIM – PREDUZEĆA. Ova shema aktivnosti je strukturna osnova specifičnog

projekta reinženjeringa CIM – PREDUZEĆA. Takođe je zastupljen stav o povezivanju dva različita koncepta unapređenja procesa – reinženjeringa procesa i kontinualnog unapređenja procesa. Težilo se objedinjavanju dobrih osobina oba koncepta – brzina i snaga promena sa zadržavanjem polazišta iz postojećih procesa koji se unapređuju. Ovim pristupom se ublažavaju nedostaci koncepta unapređenja a podstiče njihova sinergija. Time se takođe podržava osnovni postulat usavršavanja, unapređenja i prilagođavanja – promena promene tj. reinženjering reinženjeringa.



Slika 5. Shema komunikacija tima za reinženjering CIM-Preduzeća

6. ZAKLJUČNE NAPOMENE

U prethodnom izlaganju je dat prikaz načelnog predloga projekta reinženjeringa industrijskog CIM – PREDUZEĆA kao primera primene opšte metodologije reinženjeringa proizvodno – poslovnog preduzeća. Osnovne metodološke postavke reinženjeringa su date u opštem delu izlaganja kao polazna osnova za predlog projekta konkretnog reinženjeringa celine Preduzeća. Ciljevi reinženjeringa CIM – PREDUZEĆA u celini, informatičkog reinženjeringa odnosno reinženjeringa informacionog sistema Preduzeća i pilot projekta informatičke podrške pomoćnom procesu održavanja su razmotreni u radu. Međutim, zbog nemogućnosti da se u potpunosti sprovede razvoj pilot projekta, njegovi realni dometi i uticaji na eventualno sprovođenje celokupnog projekta reinženjeringa CIM – PREDUZEĆA će ostati za razmatranje u okviru nekih daljih radova. Ovde se iskoristila mogućnost da se na osnovu postavki iz opšte metodologije reinženjeringa i njene potencijalne primene na industrijsko CIM-PREDUZEĆE u novom svetlu ponovo razmotre i rekapituliraju važniji stavovi i problematika vezani za pojmove informacione integracije, inovativnosti CIM- PREDUZEĆA i reinženjeringa proizvodno – poslovnih procesa.

LITERATURA

- [1] Spasić, Ž., Dimitrijević Lj., Pilipović M.: Informaciona integracija preduzeća, Naučna knjiga, Beograd, 1994.
- [2] Spasić, Ž.: Informaciona integracija kao inovativni tehnološki skok CIM - preduzeća, 1. Međunarodni naučno-razvojni simpozijum, Beograd, 1996.
- [3] DoD : Reengineering / BPR, The Electronic College Of Process Innovation, 1994.
- [4] Hammer, M., Champy, J.: Reengineering the Corporation, Harper Collins, New York, 1993.
- [5] Morris, D., Brandon, J.: Reengineering Your Business, McGraw Hill, New York, 1993.
- [6] Tapscott, D., Caston, A.: Paradigm Shift, McGraw-Hill, New York, 1993.
- [7] Tapscott, D.: The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence, McGraw-Hill, New York, 1996.
- [8] Davenport, T.H.: Process Innovation, Reengineering Work Through Information Technology, Harvard Business School Press, Boston, 1993.
- [9] Juran, J.M.: Juran on Quality by Design, The Free Press, New York, 1992.
- [10] Deming, W.E.: Quality, Productivity and Competitive Position, Massachusetts Institute of Technology Center for advanced Engineering Study, Cambridge, Massachusetts, 1986.
- [11] Brathwaite, K.S.: Information Engineering, Volume I: Concepts, CRC Press, FL, 1992.
- [12] Brathwaite, K.S.: Information Engineering, Volume II: analysis and Administration,
- [13] Strassman, P.A.: Business Value of Computers, The Information Economics Press, New Canaan, CT, 1990.
- [14] Strassman, P.A.: Information Payoff, The Free Press, New York, 1985.
- [15] Drucker, P. F.: Managing the Nonprofit Organization: Principles and Practices, Harper-collins, New York, 1990.
- [16] Taguchi, G.: Quality Engineering in Production System, McGraw-Hill, London, 1989.

Summary

Business Process Reengineering (BPR) is fundamental new concept and radical improvement of production business process with the purpose of achieving dramatic improvements in critical measures of performance: price, quality, service, speed. Key terms in the definition of BPR are: fundamental, radical, dramatic, process.

Information process reengineering and enterprise are integrally analysed in Framework according the requirements and needs of application on selected industrial enterprise: CIM – ENTERPRISE. This is performed on the principle of improvement – reengineered reengineering.



K. Herman, Ž. Spasić¹

REALIZACIJA INFORMACIONE INTEGRACIJE PODSISTEMA

Rezime

Uvođenje informacionog sistema u svaki aspekt, CIM podsistem, poslovanja preduzeća je proces koji predstavlja neminovnost. Nekoherentan, stihijski vođen, decentralizovani pristup dovodi do stvaranje parcijalnih loše realizovanih informacionih sistema. Njihova integracija predstavlja zahtevan projektni zadatak koji podrazumeva sveobuhvatnu sistem analizu, dilemu da li vršiti kontinualan proces unapređenja ili izvršiti informacioni reinženjering,, uključuje i pilot faze realizacije, implementaciju i obuku za njegovo korišćenje.

1. UVOD

Informaciona integracija svih aspekata poslovanja svakog preduzeća koje želi da ostane konkurentno i da poboljša svoj položaj na tržištu je neminovnost. Osnova celog koncepta počiva na integrisanom informacionom sistemu. Više neintegrisanih ili jedan necelovit IS mogu samo da delimično odgovore zahtevima.

U radu je prezentovan proces informacione integracije 2 podsistema, Održavanje i dijagnostika i Praćenje proizvoda u eksploataciji, u kojima je već bio uveden informacioni sistem. Zatečeni informacioni sistemi su bili u nefunkcionalnom stanju, neintegrisani, zastarele arhitekture i na neodgovarajućim hardverskim resursima.

Zbog sveobuhvatnosti zadatka, proces integracije je sproveden korišćenjem projektnog pristupa problemu. Glavni izazovi su bili:

- kako, i da li, iskoristiti postojeću infrastrukturu i u velikoj meri nestrukturisane podatke;
- integracija podsistema koji su projektovani i realizovani, a i u većoj meri su funkcionisali potpuno neintegrisano.

Polazna osnova integracije podsistema i njihovih informacionih sistema je analiza sažimanja i analogija između 2 podsistema [1]:

- podsistem za održavanje i dijagnostiku kupca, poslovnog partnera bi trebalo da bude povezan, integrisan u podsistem za praćenje proizvoda u eksploataciju proizvođača, davaoca usluga;
- podsistem za održavanje i dijagnostiku, modul za dijagnostiku poseduje veliki broj analogija sa podsistemom za praćenje proizvoda u eksploataciji.

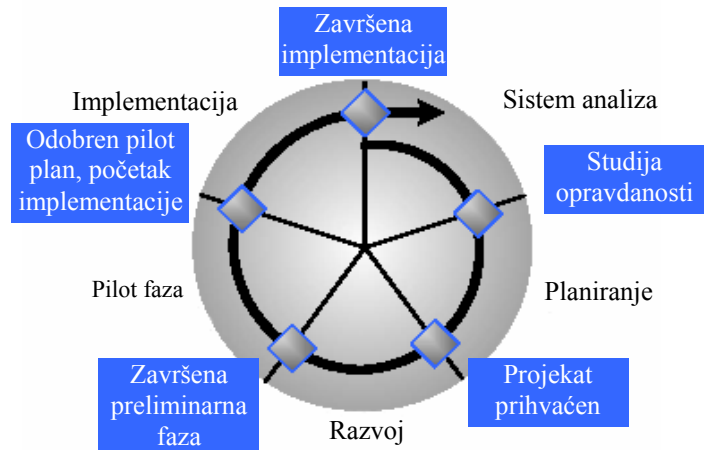
¹ Kosta Herman, dipl. inž. maš., Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, e-mail: kherman@mas.bg.ac.yu
Prof. Dr Žarko Spasić, dipl. inž. maš., Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, e-mail: zspasic@mas.bg.ac.yu

2. PROJEKTOVANJE INFORMACIONOG SISTEMA

Projektovanje informacionog sistema poseduje puno analogija sa projektovanjem drugih sistema ili proizvoda. Postoji veliki broj pristupa, škola i doktrina projektovanja. Zbog dostupnosti literature, savremenosti i programa na kome je realizovano rešenje, usvojena je MSF (Microsoft Solution Framework) metodologija [2].

Proces projektovanja po ovoj metodologiji se sastoji iz 5 faza i 5 ključnih tačaka (slika 1.). Realizacija projekta je organizovana kaskadno, tako što naredna faza započinje tek po završetku prethodne. Korišćeni su svi obrasci, procedure, hodografi, upitnici, tabele koji su olakšavali rad, posebno u prve dve faze.

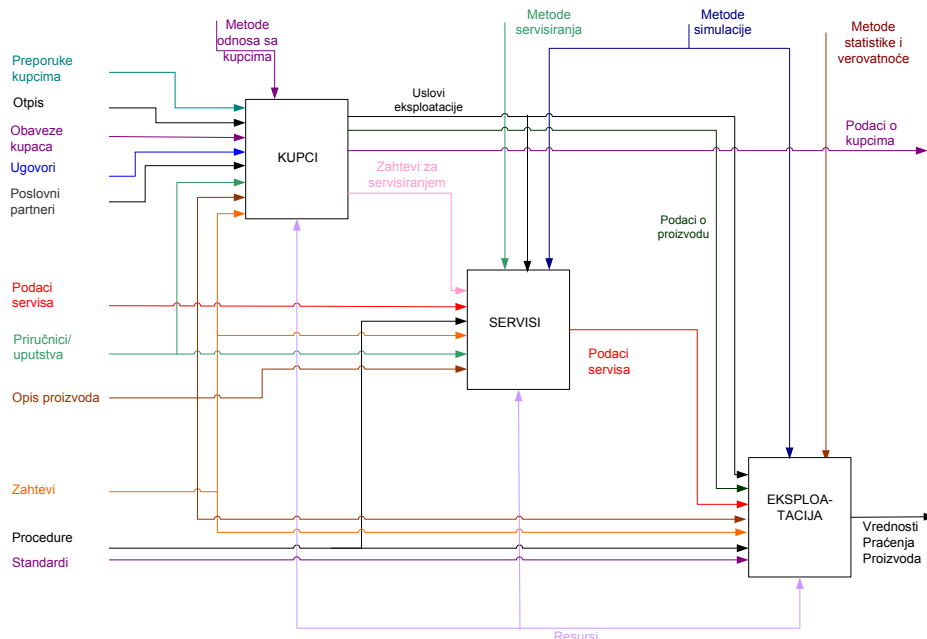
Zbog boljeg organizovanja i lakšeg praćenja projekta korišćen je program za upravljanje projektima MS Project. Ceo projektni ciklus, svih pet faza, sa posebnim akcentom na vremenskom poštovanju ključnih tačaka je u njemu realizovan.



slika 1. Projektni krug

3. PARCIJALNA SISTEM ANALIZA

Sistem analiza je vršena po metodologiji Design/IDEF. Zbog neintegriranosti podsistema, sistem analiza je realizovana parcijalno. Uz dokumenta MSF metodologije korišćena su uputstva i metodologije za primenu Design/IDEF metode [3]. Na kraju procesa analize kreirani su dijagrami tokova podataka (slika 2).



slika 2. Dijagram toka podataka za podsistem za praćenje proizvoda u eksploataciji

Na osnovu sistem analize donesen je zaključak da treba implementirati model reinženjeringa poslovnih procesa. Primene modela kontinualnog procesa unapređenja ili parcijalnih TQM modela ne bi dala željene rezultate. Koncept dekompozicije i kompozicije je potrebno izvršiti po CIM integracionim pravilima [4].

Proces može da se predstavi kartezijanskim proizvodom:

$$BPR \rightarrow INT_{CIM} (\sum P_i + \sum T_j + \sum I_k + \sum C_l)$$

gde su: INT – integraciona pravila CIM preduzeća; CIM – CIM poslovne aktivnosti; P_i – novi proizvodni programi; T_j – nove tehnologije; I_k – nove informacione tehnologije; C_l - nove komunikacione tehnologije

U većini segmenata podsistema iskorišćeni su samo postojeći podaci u elektronskom obliku koji su migrirani u novi informacioni sistem.

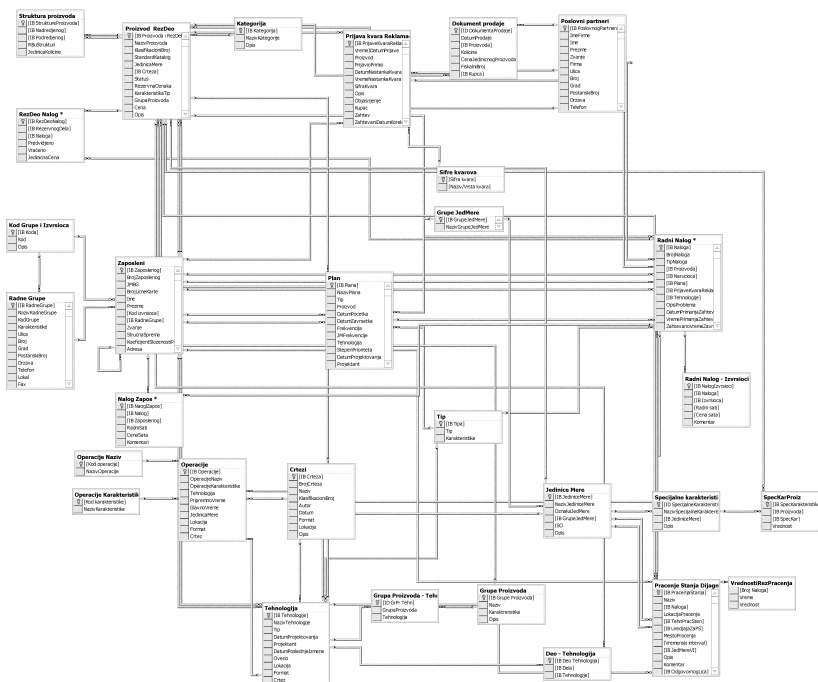
4. REALIZACIJA REŠENJA

U okviru realizacije rešenja projektovanja informacionog sistema obuhvaćene su faze razvoja, pilot faza i implementacija sa obukom.

Opis koncepta realizacija sistema je dat u radu [1]. Usvojen je holonski sistem, kao prirodno okruženje za podsistem za praćenje proizvoda u eksploataciji i segment dijagnostike. Usvojen je koncept neutralnog opisa podataka, STEP standard i kao standard za razmenu podataka XML format. Zbog neuniformnosti informacija u sistemu i potrebe za njenom prevodenjem kao alat za transformaciju-translaciju je predviđen XSL jezik. Usvojena je troslojna arhitektura i za programsku platformu NET okruženje.

Za razvoj je korišćen CASE alat MS Visio, baza podataka MS SQL Server, Share Point servisi, uz programsku podršku MS Visual Studio.Net alata.

Informacioni sistem je realizovan po konceptima troslojne arhitekture. Na sloju baze se nalazi MS SQL Server (slika 3), na aplikacionom sloju se koriste programirani alati u integraciji sa Share Point servisima. Korisnički nivo (slika 4) je realizovan tehnologijom lakih klijenata u mrežnom okruženju.



slika 3. Relacioni dijagram BP

Praćenje stanja/Dijagnostika

Novi Unos

Naziv:

IB Naloga:

Lokacija Pracenja:

Tehn Prac Sten:

Uredjaj Za PS:

Mesto Pracenja:

Vremenski Interval:

IB Jed Mere VI:

Opis:

Komentar:

Odgovorno Lice:

IB Jed Mere Vred Rez Pracenja:

Vreme	Vrednost
Vreme: <input type="text"/>	Vrednost: <input type="text"/>

Uput

slika 4. Forma BP

5. ZAKLJUČAK

Trend promene filozofije poslovanja usmerenog ka proizvodu, u filozofiju poslovanja usmerenog ka kupcu, poslovnom partneru može da se realizuje samo ako poslovni sistem poseduje i aspekt praćenja proizvoda u eksploataciji.

Sa inženjerske tačke gledišta neophodno je rešiti odnos navedenog podsistema i podsistema za održavanje i dijagnostiku sa aspekta sažimanja i analogija između 2 podsistema. Na osnovu analiza dobijena je polazna osnova za projektovanje integrisanog informacionog sistema kao osnove za integraciju svih njihovih modula i segmenata.

Realizacija informacionog sistema je izvršena tako da je omogućena, u narednim fazama, integracija sa drugim podsistemima preduzeća u jedan zaokruženi, celovit informacioni sistem.

LITERATURA

- [1] Herman, K., Spasić, Ž., Reinženjering poslovnih procesa u kompleksnim mašinskim sistemima, I Skup privrednika i naučnika "Savremene tendencije u proizvodnji i uslugama u društvu", Beograd, 2003
- [2] <http://www.microsoft.com/technet/itsolutions/msf/default.msp>
- [3] <http://www.idef.com/>
- [4] Pilipović, M., Spasić, Ž., Integrisane tehnologije i informacioni inženjering industrije 0192 B, MNTR-Program tehnološkog razvoja, Beograd, 2002

K. Herman, Ž. Spasić

REALIZATION OF SUBSYSTEMS INFORMATION INTEGRATION

Abstract *Implementing information system in every aspect, CIM subsystem, of modern enterprise is process which is necessity. Incoherent, uncontrolled, decentralised approach is leading to partial poor realised information systems. Integration of these subsystems is comprehensive project assignment. Assignment includes system analysis, dilemma between two approaches: information reengineering or model of continual improvement, pilot phase, implementation and training for application*

31. JUPITER KONFERENCIJA
31st JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



18. simpozijum

CAD/CAM

Zlatibor, april 2005.

CAD/CAM

Aleksić, V., Arsić, M. PROCES OPTIMIZACIJE NOSEĆE STRUKTURE KONTEJNERA	2.43
Antić, R., Mitrović, R. OSNOVE RAZVIJENOG FUZZY CAPP SISTEMA	2.85
Babić, B. ДИНАМИЧКО ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА И ТЕРМИНИРАЊЕ ПРОИЗВОДЊЕ	2.72
Bojanić, P. MOGUĆNOSTI IZGRADNJE 3D DEFORMABILNOG KOMJUTERSKOG MODELA LJUDSKE GLAVE	2.1
Ćurčić, S., Robajac, O., Marić, A. MODELIRANJE PROCESA ZAMESA HLEBA POMOĆU UML DIJAGRAMA	2.81
Gillich, G., Tatucu, I., Anghel, C., Corneanu, M. TRUSSES AND FRAMES ANALYSIS USING THE FINITE ELEMENT METHOD	2.27
Ianici, D., Tatucu, I., Ianici, S., Raduca, M. THE MODELING AND THE SIMULATION OF THE FUNCTIONING OF A MELTING FURNACE BY ELECTROMAGNETIC INDUCTION WITH THE FINITE ELEMENTS	2.31
Ivanović, R., Kovljenić, B. INFORMACIONI SISTEMI ZA NOVE KONCEPTE UPRAVLJANJA POSLOVNIM SISTEMIMA	2.89
Ivanović, S., Lukić, L. METODE 3D MODELIRANJA INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA U TEŠKOJ MAŠINOGRADNJI	2.100
Kovljenić, B., Ivanović, R. ALGORITAM ZA OPTIMIZACIJU KROJENJA PLOČASTIH MATERIJALA	2.76
Lazarević, I., Miljković, Z. MODELIRANJE PROCESA PLASTIČNOG DEFORMISANJA ČELIČNOG PRSTENA KORIŠĆENJEM SOFTVERA SFTC-DEFORM-3D	2.23

Lukić, L., Kalajdžić, M., Rakanović, R. RAZVOJ I PRIMENA SISTEMA CAD/CAM PROJEKTOVANJA SLOŽENIH PROIZVODA U USLOVIMA DISTRIBUIRANE PROIZVODNJE	2.95
Manasijević, S., Žujević, M., Radiša, R., Dragičević, P. OPTIMIZACIJA POSTUPKA LIVENJA KLIPOVA U HK "PETAR DRAPŠIN" MLADENOVAC PRIMENOM SAVREMENIH SOFTVERSKIH PAKETA	2.55
Milićević, I., Slavković, R., Popović, M. PROGRAMSKI PAKET POWER MILL, PREDNOSTI I PROBLEMI UOČENI PRI NJEGOVOJ UPOTREBI U PROCESU OBRADJE NA CNC GLODALICAMA	2.11
Mladenović, S., Randelović, S., Milosavljević, P. PARAMETARSKI PRISTUP MODELIRANJA PROCESA UZASTOPNOG IZVLAČENJA	2.51
Nešić, N., Babić, B., Miljković, Z. PREGLED PRISTUPA ZA AUTOMATSKO PREPOZNAVANJE TEHNOLOŠKIH FORMI SA PREPOZNAVANJEM OBRAZACA NA BAZI LOGIČKIH PRAVILA	2.63
Petrović, Z., Stupar, S., Simonović, A. CAD GEOMETRIJE LOPATICA VETROGENERATORA	2.7
Popović, M., Kalajdžić, M. OPTIMIZACIJA KONSTRUKCIJA PRIMENOM METODE UKLANJANJA MATERIJALA	2.39
Simonović, A., Stupar, S., Petrović, Z., Dunjić, M. PRORAČUN STRUKTURE KOMPOZITNIH LOPATICA ROTORA	2.47
Simonović, A., Živanović, S. CAD/CAM KALUPA KOMPOZITNE LOPATICE ROTORA HELIKOPTERA	2.15
Sovilj, B., Antić, A., Vukelić, Đ., Birčanin, B. BAZA PODATAKA ZA ALATE ZA OBRADU REZANJEM	2.59
Tatucu, I., Gillich, G., Raduca, M., Ianici, D. THE STUDY OF THE OPERATION OF AN ELECTRICAL WELDING TRANSFORMER USING THE FINITE ELEMENTS METHOD	2.35
Trajanović, M., Vitković, N., Simonović, M. UPOTREBA TEHNIKA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA NA PRIMERU KAŠIKE VARALICE	2.19

[← NAZAD](#)



P. Bojanić

MOGUĆNOSTI IZGRADNJE 3D DEFORMABILNOG KOMJUTERSKOG MODELA LJUDSKE GLAVE

Rezi me

Komjuterski model ljudske glave je polazna osnova moderne tehnologije za projektovanje, ispitivanje i proizvodnju ličnih zaštitnih sredstava kakve su zaštitne maske. Izgradnjom deformabilnog 3D modela glave stvorila bi se mogućnost da se u fazi projektovanja vrši simulacija deformacije mekog tkiva lica u zoni naleganja maske i time oceni valjanost projektovanog pojasa naleganja pre izrade fizičkog prototipa.

Ključne reči: CAD, 3D model, deformabilni model, model glave

1. UVOD

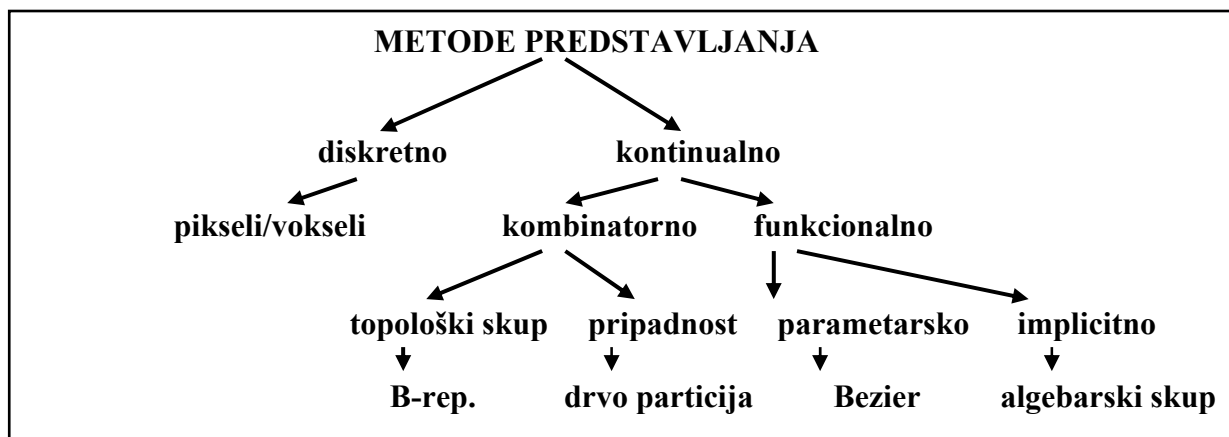
Geometrijsko modeliranje proizvoda je ključna aktivnost u procesu razvoja proizvoda. Problem geometrijskog modeliranja proizvoda sa složenim površinama je predmet interesovanja vrlo širokog kruga istraživača [1-4]. Spektar složenih radnih predmeta koji su predmet interesovanja je veoma bogat i za svaku grupu sličnih objekata razvija se specifična metodologija matematičkog opisa. Zavisno od prirode i oblika raspoloživih podataka sa kojima se raspolaže na samom početku procesa geometrijskog modeliranja, razvija se adekvatna tehnika i metodologija izgradnje internog, kompjuterskog, modela posmatranog objekta [4-7]. 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, dobijenih skeniranjem magnetnom rezonancom (MRI), kompjuterskom tomografijom (CT) ili industrijskom kompjuterskom tomografijom (CT), iz kojih se treba da rekonstruiše 3D model objekta. Izgradnjom 3D modela stvaraju se uslovi za inženjersku analizu primenom CA (Computer Aided) tehnologija. U našem razmatranju izgradnja geometrijskog modela ljudske glave predstavlja sastavni deo niza aktivnosti u projektovanju, ispitivanju i proizvodnji ličnih zaštitnih sredstava kave su maske. Funkcionalni deo maske, koji naleže na lice korisnika obezbeđuje zaptivenost, stvarajući pritisak na mestima kontakta. Pojas naleganja na licu nije iste tvrdoće pa će neminovno dovesti do različitih deformacija mekog tkiva u pojasu naleganja. 3D modeli glave se tretiraju kao apsolutno kruta tela i kao takvi ne mogu se koristiti u simulacijama deformacija mekog tkiva. Zeleći da posmatramo kompjuterski model ljudske glave kao deformabilni model na kome ćemo moći pretiti promene u pojasu naleganja, neminovno se postavilo pitanje diskretizacije internog modela.

2. PREDSTAVLJANJE GEOMETRIJE

Geometrijsko modeliranje predstavlja osnovu za mnoge aspekte primene kompjutera kao što su to: kompjuterska grafika, CAD, vizuelizacija, analiza konačnih elementa, robotika, procesiranje slika i td. Do danas se pojavilo samo nekoliko načina predstavljanja geometrije. Ovo je u vezi sa primenom određenih matematičkih disciplina kao što su : teorije skupova, teorije grafova, algebarske topologije i različite varijacije geometrije: projektivne, analitičke, algebarske diferencijalne i kombinatorne. Prikaz najvažnijih metoda geometrije dat je na slici 1. Nisu sigurno obuhvaćene sve metode, bilo da su hibridne bilo da pripadaju višim semantičkim nivoima, što nije značajno za ovo razmatranje. Svaki od navedenih načina

¹ Prof. dr Pavao Bojanić, dipl. maš. inž., Mašinski fakultet Beograd, e-mail pbojanic@mas.bg.ac.yu

¹ Rezultati u ovom radu predstavljaju deo projekta MIS.3.07.0027.A koji podržava Ministarstvo za nauku tehnologije i razvoj Republike Srbije



Slika 1 Metode predstavljanja geometrije

predstavljanja može predstaviti svaki geometrijski skup i može podržati sve geometrijske operacije nad njim.

Imajući u vidu, pre svega, potrebu za stvaranjem sistema u kojem će dizajner moći oblikovati model svog proizvoda kao da je od gline, i da pritom koristi adekvatne alate, pretpostavlja se da je najbolje rešenje da se geometrija proizvoda predstvi vokselima. Voksel je jedinični kub, lociran svojim središtem u prostornoj rešetci i može sadržavati podatke unutar sebe. Oni se mogu dobiti uzorkovanjem, simulacijom ili tehnikom modeliranja. Na primer, sekvence 2D preseka dobijene magnetnom rezonancom ili kompjuterskom tomografijom (CT) se rekonstruiše se u zapreminski model za potrebe dijagnostike i hirurgije. Ista tehnologija se koristi sa industrijskom CT za nedestruktivnu inspekciju kompozitnih materijala ili gotovih radnih predmeta. Dakle vokseli su tipičan skup uzoraka (x,z,z,v) koji predstavljaju vrednost v neke osobine u 3D lokaciji (x,y,z) . Ako vrednosti mogu biti ili 0, što označava transparentnu pozadinu, ili 1, što označava da voksel pripada objektu, tada su podaci binarni. Međutim vrednost osobine može biti višeznačna, označavajući osobinu koja se može meriti, uključujući na primer boju, gustinu, temeperaturu, napon, transparentnost, pokazivače na susedne elemente levo, desno, napred, nazad, gore, dole i td.

Uopšteno govoreći, uzorci mogu da se uzimaju u slučajnim lokacijama prostora, ali u većini slučajeva skup je izotropan, sadražavajući uzorke uzete u jednakim intervalima duž sve tri ortogonalne ose. Kada je interval uzorkovanja duž ose konstantan, ali mogu biti različiti duž sve tri ose, tada je dobijeni skup anizotropan. Pošto se skup uzoraka definiše u pravilnoj rešetci, 3D matrica (često se zove zapreminski bafer, kubni frejm bafer, 3D raster) se obično koristi za memorisanje vrednosti sa elementima lokacije uzorka u prostornoj rešetci.

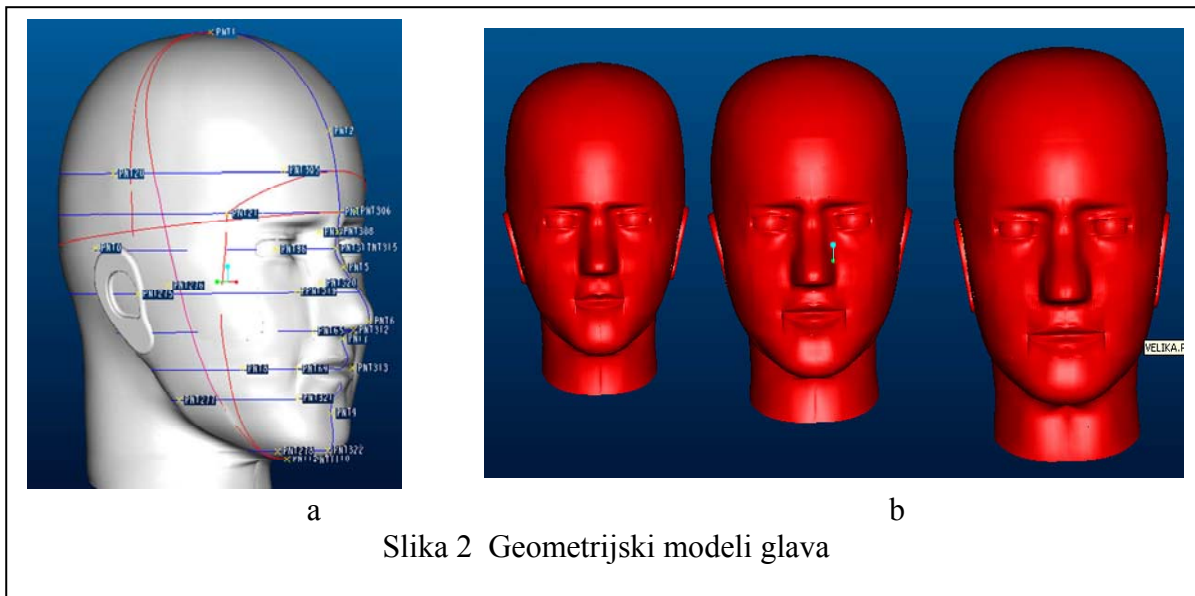
Objekat predstavljen vokselima je samo diskretna aproksimacija originalnog kontinualnog objekta, gde rezolucija zapreminskog bafera determiniše preciznost tehnike aproksimacije. I ako su neke prednosti geometrijskog predstavljanja vokselima bile poznate znatno ranije, ovaj model nije naišao na značajniju primenu prvenstveno zbog izuzetnih zahteva za moćnim računarima. Ilustracije radi, navodi se nekoliko podataka. Na primer, zapreminski bafer za srednju rezoluciju 512^3 , sa dva bajta po vokselu, zahteva 256 Mb memorije. Ukoliko želeli podržati vizuelizaciju skupa od 1024^3 sa dva bajta po vokselu, sa 30 frejmova u sekundi, potrebno bi bilo preko 2 Gb memorije, brzina memorije od preko 60 Gb u sekundi i približno 300 milijardi operacija u sekundi, podrazumevajući 10 operacij po vokselu.

3. DOSADAŠNJI REZULTATI

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

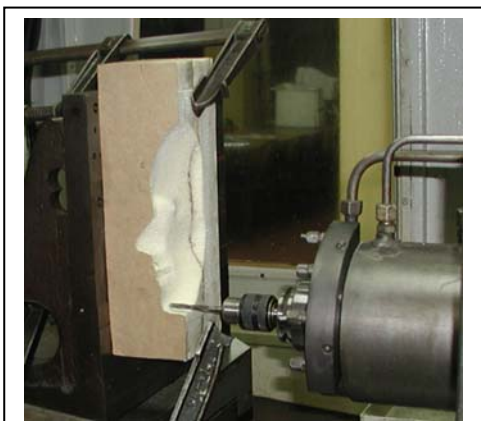
raspoloživog modela datom skupu mera, imaćemo različite grupe problema na putu do konačnog oblika modela. Poznata je činjenica da se matematički opis internog modela svodi na površine koje se aproksimiraju polinomima višeg reda. Problem konturnih uslova, sa jedne strane, lokalni oblik u blizini raspoloživih tačaka, sa druge strane, čini proces geometrijskog modeliranja višestruko neodređenim.

Koristeći površinski model, interno predstavljen krilastom ivicom, u laboratoriji Mašinskog fakulteta u Beogradu, generisani su geometrijski modeli familije modela ljudskih glava, slika 2b, koje odgovaraju definisanom skupu mera datom na ulazu u proces projektovanja, sl.2a. Pored kontrole mera na internom



Slika 2 Geometrijski modeli glava

modelu, bilo je potrebno uraditi i stvarni model glava, sl.3, u cilju provere traženih mera. Budući da se ispitivanje takođe radi na polaznom modelu glave to je bilo potrebno uraditi model glave i alat za livenje glave. Posebno treba naglasiti da da se pri modeliranju maske odnosno poruba, koji naleže na lice, polazi od generisanog geometrijskog modela glave. U postojećoj



Slika 3 Izrada modela glave



Slika 4 Interakcija poruba i glave

tehnologiji projektovanja i izrade nove maske, procesom geometrijskog modeliranja glave, poruba i maske završava se neophodna priprema za geometrijsko modeliranje alata za izradu.

Pokušaj istraživanja međusobne interakcije geometrijskog modela glave i poruba maske, nije dao željene rezultate. Osnovni razlog leži u tome što su oba modela apsolutna kruta tela. Položaj poruba na modelu glave za koji je i projektovan pokazuje, slika 4, da će u nekim zonama poruba doći do istezanja što će prouzrokovati pritisak na tim delovima lica. U nekim zonama na čelu i bradi, pri ovom položaju, nema znakova prisustva deformacija što navodi na mogućnost da u tim zonama neće ni biti potrebnog zaptivanja.

Ako pretpostavimo da će prilikom zatezanja maske, i u ovim zonama doći do istežanja, postavlja se pitanje šta je sa onim zonama u kojima smo već i pre zatezanja već imali neki pritisak .

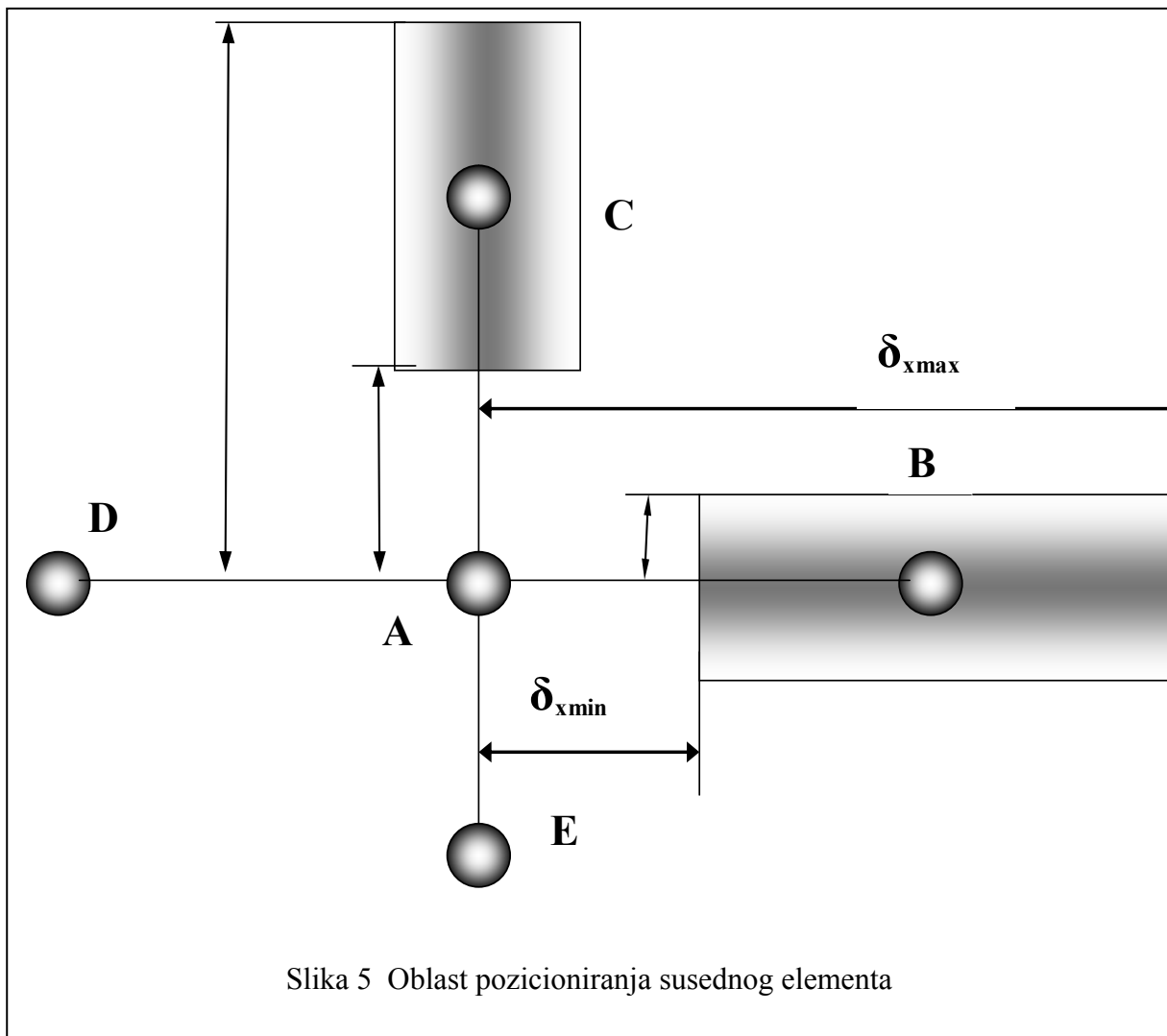
4. 3D DEFORMABILNI MODELI

Za predstavljanje deformabilnih objekata danas se koriste uglavnom dve metode: metod koncentrisanih masa povezanih oprugama i metod konačnih elemenata. Prvi model je dosta jednostavan i lako se generiše i kao takav je našao široku primenu. Međutim, on ne može egzaktno da predstavi fizičko ponašanje objekta. Sa druge strane, metod konačnih elemenata može tačnije da predstavi ponašanje fizičkih modela s obzirom da tretira deformabilno telo kao kontinuum. Ovaj metod je znatno kompleksniji i zahteva značajno vreme rada komputera na izvođenju matematičkih operacija. Ako se želi imati deformabilni model radi analize deformacija u skoro realnom vremenu potrebno je izgraditi još prostiji model od ovih već pomenutih.

Model 3D lančane mreže

Model lančane mreže uspostavlja vezu između susednih čvorova zapreminskog modela kao da su karike lanca kruta tela. Pri tome jedna karika može da se pomera u odnosu na susednu od neke minimalne do maksimalne vrednosti uslovljenih debljinom poprečnog preseka karike i prečnikom karike. Za slučaj ravanskog problema, svaki čvor je povezan sa 4 susedna (levi, desni, gornji i donji). U slučaju 3D lančane mreže svaki čvor ima 6 suseda. Pored pomenutih, kod 2D modela, javljaju se sada i prednji zadnji sused

Granični uslovi rastojanja susednih elemenata podrazumevaju poziciju u pravcu osa između δ_{min} i δ_{max} , slika 5 Ovim je definisano dozvoljeno sabijanje i istežanje materijala u pomenutim



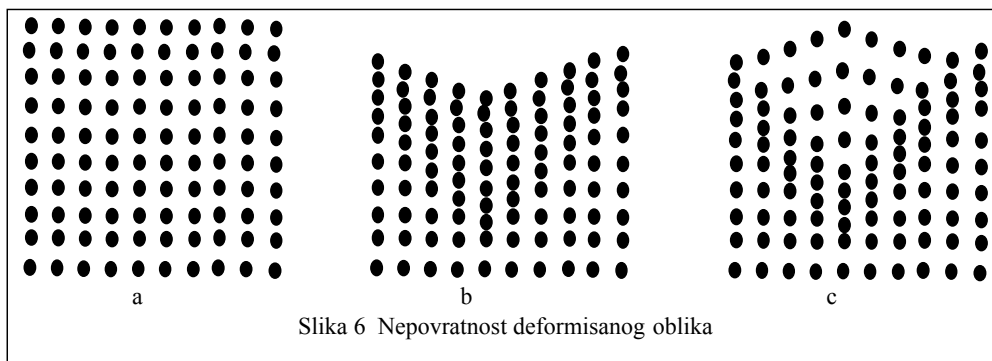
pravcima. Sa druge strane, garnični uslovi se odnose i na moguća zakošenja $\delta x_{\text{horizmax}}$, $\delta y_{\text{vertmax}}$ u ravnima koordinatnog sistema čime se definiše dozvoljeno vitoperenje materijala. Prostor mogućeg pozicioniranja susednog elementa B, zbog preglednosti, prikazan je samo na ravanskom modelu, sl. 5.

Pozicija elementa se može izračunati iz sledećih uslova:

$$\begin{aligned} \text{if } (x - x_{\text{levo}}) < \delta x_{\text{min}} & \quad x = x_{\text{levo}} + \delta x_{\text{min}} \\ \text{else if } (x - x_{\text{levo}}) > \delta x_{\text{max}} & \quad x = x_{\text{levo}} + \delta x_{\text{max}} \\ \\ \text{if } (y - y_{\text{levo}}) < -\delta y_{\text{horiz}} & \quad y = y_{\text{levo}} - \delta y_{\text{horiz}} \\ \text{else if } (y - y_{\text{levo}}) > \delta y_{\text{horiz}} & \quad x = y_{\text{levo}} + \delta y_{\text{horiz}} \end{aligned}$$

Model lančane mreže je vrlo jednostavan i osnova je za veoma brz algoritam. Tri su osnovna razloga za brzinu algoritma. Prvi se ogleda u tome što se ni jedan element ne razmatra više od jednom za svaku deformaciju. Drugi razlog je što se analiza obustavlja onog trenutka kada više nisu narušeni konturni uslovi. Treći razlog je što se svaki element posmatra u relativnom odnosu na samo jednog svog suseda da bi se odredio njegov položaj.

Medjutim ovaj model ima i nedostataka. Jedan od najvećih je što se deformisani model više ne može vratiti u početni položaj, slika 6.

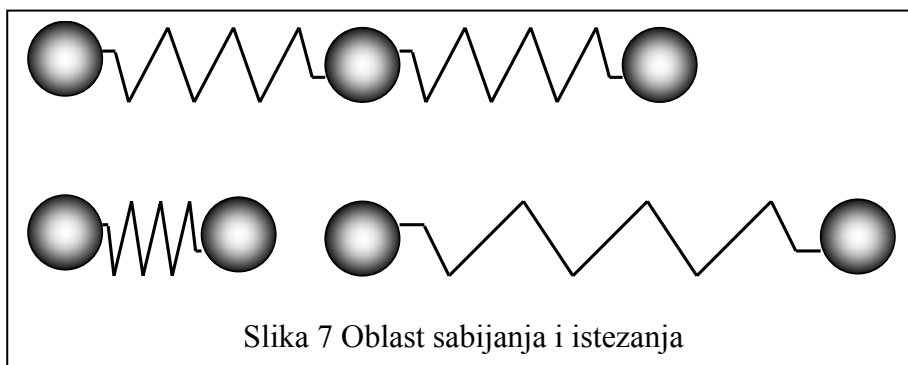


Slika 6 Nepovratnost deformisanog oblika

Da bi se prevazišli nedostaci modela lančanih mreža, potrebno je modifikovati ovaj model uvođenjem elastične veze između elementa modela, slika 7.

Modifikovani model

Uvođenjem sile na nekom elementu doći će do povećanja potencijalne



Slika 7 Oblast sabijanja i istežanja

energije koja je proporcionalna veličini pomeraja i krutosti opruge. S obzirom na prirodu mekog tkiva koje se želi posmatrati, kroz specifičnu karakteristiku materijala moguće je približno tačno opisati ponašanje takvog materijala. Slično modelu lančane mreže, moguć je i u ovom modelu pretpostaviti da se pomeraj na sledeći element prenosi tek onda kada nije ispunjen konturni uslov mogućeg pozicioniranja

5. ZAKLJUČAK

Komputerski model ljudske glave predstavlja polaznu osnovu za projektovanje zaštitne maske kao i alata za proizvodnju iste. Međutim, površinski model kao prirodan oblik predstavljanja složene geometrije, u koje nesumnjivo spada i model ljudske glave, ne daje mogućnost ispitivanja međusobne interakcije projektovane maske i polaznog modela glave. Neophodno je iz površinskog modela preći u deformabilni model koji će

nam dozvoliti uvođenje sila i deformacija. Vokselizacijom modela može se površinski model prevesti u lančani mrežni model a zatim kroz uvođenje različitih karakteristika materijala u pojedinim zonama približiti se realnom modelu.

6. LITERATURA

- [1] Krause F.-L., Fischer A., Gross N., Barhak J.: Reconstruction of Freeform Objects with Arbitrary Topology Using Neural Networks and Subdivision Techniques. Annals of the CIRP Vol 52/1/2003, 125 - 128
- [2] Chellappa R., Wilson C.L., Sirehez S.: Human and machine recognition of faces: A survey. Proceedings of the IEEE 83, 5 (1995), 705-740.
- [3] Akimoto T., Suenaga Y., Wallace R. S.: Automatic creation of 3D facial models. IEEE Computer Graphics and Applications, 13, 5 (september 1993), 16-22.
- [4] P. Bojanić: Geometrijsko modeliranje i evolucija tehnologija za brzi razvoj proizvoda. 29 Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Beograd, 2002.
- [5] S. F. F. Gibson: Linked Volumetric Objects for Physics-based Modeling. Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc., Cambridge Reserch Center, 1994.
- [6] J. Park, S-Y.Kim, S-W. Kwon: Shape, Rtaining Chain Linked Model for Real-time Volume Haptic Rendering. Korea Science and Engineering Foundation, 2003.
- [7] D.E. Breen, S. Mauch, R. Whitaker, J. Mao:3D Metamorphosis Between Different Types of Geometric Models.Eurographics 2001.

THE POSSIBILITIES OF BUILDING 3D DEFORMABLE COMPUTER MODEL OF HUMAN HEAD

Summary

The computer model of human head is starting point for modern technology design, testing and manufacturing of protective devises like gas masks. Building deformable 3D model of human head would provide the opportunity to simulate deformations of soft facial tissue in the zone of mask contact during design faze and by that to evaluate the accuracy of projected contact area before making the actual prototype.

Z. Petrović, S. Stupar, A. Simonović¹

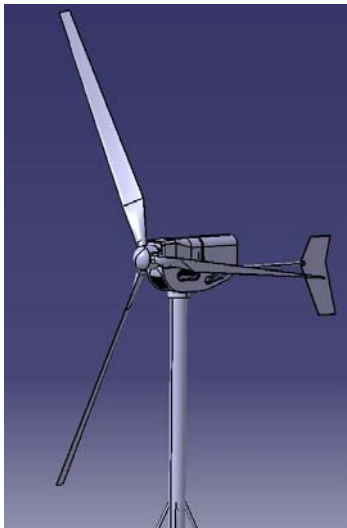
CAD GEOMETRIJE LOPATICA VETROGENERATORA

Rezime

Karakteristike vetrova u našem podneblju se uveliko razlikuju od karakteristika vetrova u zapadnoj Evropi. Konstrukcija vetrogeneratora se radi postizanja što veće efikasnosti optimizuje prema karakteristikama vetra na lokaciji predviđenoj za instalaciju VEG-a. Zbog ovih činjenica se javlja potreba da se na osnovu izvršenih merenja dobije geometrija lopatice koja će posedovati optimizovane aerodinamičke osobine u cilju apsorbovanja veće energije od vetra.

1. UVOD

Obnovljivi izvori energije su od izuzetne važnosti, kako sa aspekta podizanja kapaciteta kojima određena država raspolaže, tako i sa ekološkog i strateškog aspekta. U Evropskoj uniji je postavljen plan da se do 2050. godine 50% energije dobija iz obnovljivih izvora energije. Najveći deo bi trebao da bude pokriven energijom dobijenom instalacijama vetrogeneratora koji ekonomski najisplativije proizvode električnu energiju. Nemačka je u EU država sa najviše instalisanih kapaciteta vetrogeneratora dok Danska najveći procenat svoje potrošnje pokriva proizvodnjom električne energije ovim instalacijama. Oko 85% svih vetrogeneratora koji se eksploatišu radi distribucije električne energije nacionalnim mrežama su proizvedeni u Evropi i one su uglavnom prilagodjene-optimizirane za vetrove jačeg intenziteta.



Slika 1.

Vetrogenerator SAZ 15 – CAD model

Kao komponenta vetrogeneratora rotor sa lopaticama, odnosno njegov oblik i dimenzije, predstavljaju jedan od najvažnijih segmenata instalacije koji utiče na to koliko će se energije vetra iskoristiti. Naša podneblja se odlikuju vetrovima koji nisu stalni po pravcu, smeru i intenzitetu ali i turbulentnim strujanjem i kratkim udarima vetra brzinama visokog intenziteta te se stoga konstruktivne karakteristike rotora odnosno lopatica moraju prilagoditi ovdašnjim uslovima. Takodje, zbog specifičnosti reljefa i ostalih parametara koji utiču na resurs i osobine vetra na određenoj lokaciji, karakteristike vetra se razlikuju od lokacije do lokacije u velikoj meri. Čak je čest slučaj da se i na susednim mikrolokacijama karakteristike vetra toliko razlikuju da je potrebno posebno optimizovati lopatice za jednu i drugu lokaciju.

Iako postoje značajne površine pogodne za instalaciju vetrogeneratora zbog pogodnog resursa vetra, na mnogim lokacijama su vetrovi male brzine pa je potrebno ostvariti konstrukcije rotora većeg prečnika a da pri tom ekonomska isplativost eksploataisanja konstrukcije i dalje postoji.

¹ prof. dr Zlatko Petrović, dipl. maš. inž., Mašinski fakultet Beograd, zpetrovic@mas.bg.ac.yu,
prof. dr Slobodan Stupar dipl. maš. inž., Mašinski fakultet Beograd, sstupar@mas.bg.ac.yu
asis. prip. mr Aleksandar Simonović dipl. maš. inž., Mašinski fakultet Beograd, asimonovic@mas.bg.ac.yu,

2. AERODINAMIČKI PRORAČUN

Izbor aeroprofila dominantno utiče na konstruktivne karakteristike vetrogeneratora i veličinu apsorbirane snage vetra. To je značajnije kod malog raspona eksploatacione brzine vetra, koja se kod nas kreće u opsegu od 4.5 do 10 (m/s), što je u granicama ekonomske isplativosti pri sadašnjoj tehnologiji i stanju na tržištu. U ranoj fazi konceptualnog dizajna, projektant se oslonja na postojeće aeroprofile, i među njima odabira onaj sa karakteristikama koje su najbliže željenim.

Prvi sledeći korak je definisanje projektnog koeficijenta uzgona odnosno koeficijenta uzgona pri kome se ostvaruje najbolji odnos sila uzgona i otpora. U podzvučnom strujanju, koje je od interesa, dobro izabrani aeroprofil, pri projektnom koeficijentu uzgona ima otpor jedva nešto veći od otpora površinskog trenja. Zato je neophodno projektovati krak rotora tako da najveći deo rada bude pri ovom koeficijentu uzgona u cilju povećavanja aerodinamičke efikasnosti.

Izraz kojim se određuje apsorbirana snaga vetrenjače približno zavisi po jednačini:

$$P \approx \frac{21}{4913} \rho V^3 S C_y K \sqrt{289 + 9K^2}$$

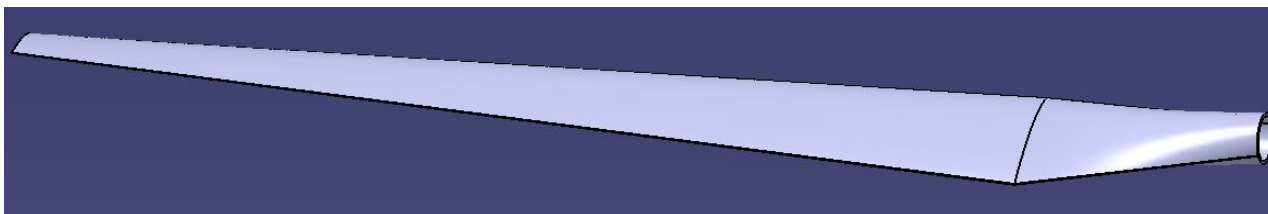
Gde su, ρ -gustina vazduha, V – brzina neporemećenog strujnog polja (brzina vetra), S –površina rotora (površine koje pokriju lopatice u toku svog obrtanja), i $K = C_y / C_x$ - odnos koeficijenata uzgona i otpora - finesa. Zbog činjenice da u opštem slučaju nije moguće jendostavno odrediti maksimalnu apsorbiranu snagu zbog međusobne zavisnosti aerodinamičke sile i brzine, u uslovima realnih vrednosti brzine vazdušne struje i aerodinamičkih koeficijenata može se, sa zadovoljavajućom tačnošću, usvojiti približan izraz dat u jednačini.

U projektnoj fazi vrši se izbor aeroprofila iz kataloga aeroprofila, koji se u završnoj fazi optimizira (redizajnira) za svaku konstrukciju. Za ovo se koriste proračunske metode projektovanja aeroprofila pomoću računara, na osnovu specifičnih zahteva. Moderne metode projektovanja aeroprofila, bazirane su na inverznom proračunskom rešenju za zadata raspodelu pritisaka (brzina). Metoda je razvijena tako da se razlika pritisaka maksimizira i spreči odvajanje struje. Optimizacija krila daje veću razliku pritisaka duž većeg dela tetive, što daje manju površinu lopatice rotora za isti uzgon. Negativnim gradijentom pritiska duž tetive postiže se efekat usisavanja i produžetak laminarnog graničnog sloja. Kada se izabere neki aeroprofil iz postojećih kataloga ili se projektuje, znaju se njegove koordinate, pa se na osnovu toga definišu tri važna geometrijska parametra maksimalna krivina srednje linije aeroprofila, $(c/l)_{\max}$, relativni položaj maksimalne krivine srednje linije aerofila $(x/l)_{\max}$, i maksimalna debljina aeroprofila. $(d/l)_{\max}$. Lopatica rotora se može posmatrati kao krilo koje rotira oko neke ose. Osnovna razlika između rotora i krila je ta što se rotirajuće krilo, krak rotora, kreće ugaonom brzinom (ω) tako da duž kraka rotora nemamo nigde istu obimnu brzinu ($V_e = r\omega$), već se ona menja duž razmaha. Zbog brzine koja je različita duž kraka, da bi rotor optimalno radio, odnosno, da bi postojao optimalni režim rada svakog lokalnog aeroprofila lopatice, lopatica mora biti vitoperena. Zahtev je da se duž razmaha postigne optimalni napadni ugao lokalnog aeroprofila pri različitim brzinama vetra u cilju generisanja konstantnog obrtnog momenta. Da bi se to omogućilo, generisana aerodinamička sila ne može imati isti intenzitet duž razmaha lopatice rotora, pa dužina tetiva lokalnih aeroprofila neće biti ista duž razmaha. Pod geometrijskim karakteristikama lopatice podrazumevaju se sledeće veličine raspon kraka lopatice (b), aerodinamička tetiva u korenu lopatice (l_r), aerodinamička tetiva na kraju lopatice (l_t), proračunska površina lopatice (S_b), srednja aerodinamička tetiva lopatice (l_{SAT}), vitkost kraka rotora (λ) i ugao vitoperenja lopatice.

3. CAD u CATIA V5 OKRUŽENJU

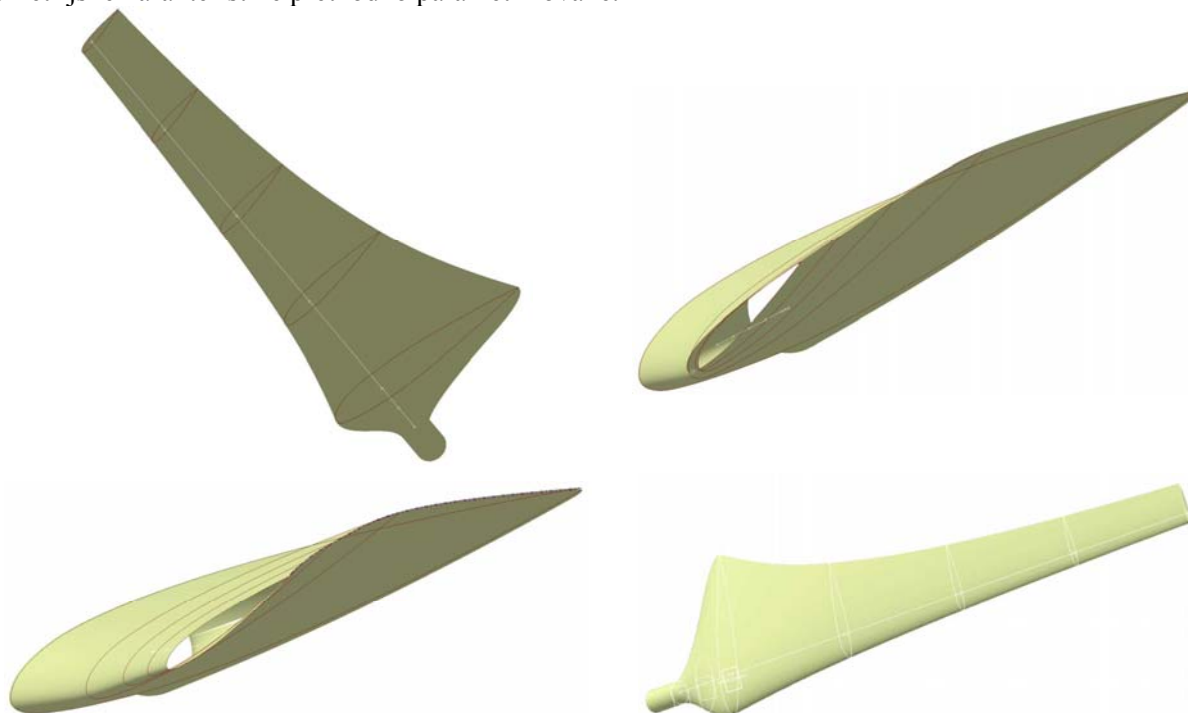
Geometrijski oblik lopatice se može parametrizovati u savremenim CAD softverima. CATIA V5 omogućava parametrizaciju oblika struktura modeliranih u njenom okruženju ali i pozivanje proizvoljnih podataka iz baze. Na osnovu ovakve parametrizacije se u toku modeliranja geometrije ostvaruje značajna ušteda u vremenu a samim tim i u celokupnom radu pri projektovanju lopatice vetrogeneratora. Ovo naročito dolazi do izražaja zbog neophodnosti prilagođavanja lopatice uslovima vetra na pojedinim lokacijama i kada se uzme u obzir da se za različite lokacije isti proces mora ponavljati što dalje utiče na samo vreme ali i cenu projektovanja.

S druge strane dobijanje CAD modela omogućava kako brzi razvoj tehničke dokumentacije ne samo lopatice već i celog sklopa vetrogeneratora (slika 1.) tako dalje proračune strujanja i strukture pomoću CAE softvera koji ukazuju na opravdanost usvajanja definisane geometrije, odnosno geometrijskih karakteristika, i na eventualnu potrebu za daljom optimizacijom, koja se zahvaljujući parametrizaciji procesa takodje značajno ubrzava.



Slika 2. Geometrija lopatice VEG-a optimizirana za brzine vetra preko 4m/s

Modelirane geometrije lopatica koje su optimizovane za lokacije sa boljim resursom vetra slika 2. i za lokacije sa lošijim resursom vetra slika 3. modelirane su u softverskom CAD/CAE paketu CATIA V5 i to modeliranje je ostvareno korišćenjem modula Generative Shape Design i Part Design pri čemu su navedene geometrijske karakteristike prethodno parametrizovane.



Slika 3. Geometrija lopatice VEG-a optimizirana za brzine vetra ispod 4m/s

4. ZAKLJUČAK

Prednosti CAD i savremenih softverskih paketa a posebno ušteda u vremenu koje se ostvaruje njihovim korišćenjem posebno dolazi do izražaja pri projektovanju komponenti složene geometrije koja se može parametrizovati kao što je to slučaj kod lopatica vetrogeneratora. Dobijanje osnovne geometrije koje dalje smanjuje vreme za proračun struktura i performanci instalacija vetrogeneratora ima udeo u smanjivanju cene projektovanja ali i poboljšanju karakteristika i kvaliteta ovakvih konstrukcija što utiče na ekonomsku isplativost eksploatacije vetrogeneratorskih instalacija i pri manjim brzinama vetra.

5. LITERATURA

- [1] S.Stupar, Simonović A. i ostali, Razvoj vetrogeneratora srednje snage – elaborat, Mašinski Fakultet Beograd februar 2005.
- [2] CATIA V5 User's Documentation, Dassault Systems 2003.
- [3] Advanced CATIA V5 Workbook (Releases 8&9), Cozzens Richard SDC publications, 2002.
- [4] Napredne tehnike modelovanja u programskom paketu CATIA V5.8, A. Grbovic, 29. Jupiter konferencija – Zbornik radova, 16 simpozijum CAD/CAM str. 119-123.
- [5] CATIA Version 5 Part design, Wichita State University, National Institute for Aviation Research, 2001.
- [6] Principles of CAD/CAM/CAE Systems, Kunwoo Lee, Seul National University, 1999.
- [7] Wind Power Plants, R. Gasch, J.Twele, Solarpraxis 1991.

Zlatko Petrović, Slobodan Stupar, Aleksandar Simonović

CAD OF WINDTURBINE BLADE GEOMETRY

Summary

Wind characteristics in our region are very different to the winds at Western Europe. Windturbine installation is optimized to achieve more efficiency according to the characteristics of the wind on the specified location for windturbine. Due to these facts there is a need to get, on the base of wind measurements, geometry of the blade with optimized aerodynamic characteristics.



I. Milićević¹, R. Slavković², M. Popović³

PROGRAMSKI PAKET POWER MILL, PREDNOSTI I PROBLEMI UOČENI PRI NJEGOVOJ UPOTREBI U PROCESU OBRADJE NA CNC GLODALICAMA

Rezime:

U okviru ovog rada prezentirane su neke informacije koje mogu biti od koristi onima koji koriste ili nameravaju da koriste programski paket Power Mill u procesu izrade mašinskih elemenata na CNC glodalicama. Odnose se na probleme koji nastaju prilikom generisanja putanje reznog alata za finu obradu spoljašnjih površina mašinskih delova, odnosno pri kreiranju putanje reznog alata za konturno glodanje. Takođe, prikazan je i način na koji se neki od tih problema mogu prevazići.

1. UVOD

Tehničko – tehnološki razvoj proizvodnih tehnologija u svetu nameće i nama potrebu prelaska sa konvencionalnih na savremene CNC tehnologije. To podrazumeva primenu CAD/CAM sistema u projektovanju tehnoloških procesa. Jedan od vodećih CAM softvera koji se koristi u svetu je Power Mill, proizvod firme Delcam.

Power Mill je programski paket namenjen isključivo za kreiranje putanje reznog alata na osnovu 3D modela, pri izradi mašinskih elemenata na CNC glodalicama. Podržava dvoosno, troosno, četvoosno i petoosno glodanje. Potreban 3D model mašinskog elementa koji se izrađuje može biti kreiran u drugom programskom paketu iste firme (Power Shape), ili se može uvesti iz bilo kog drugog CAD softvera (Pro Engineer, Catia, Autodesk Inventor, Ideas, Unigraphics, itd.) kao *IGES* ili *STEP* fajl.

2. NEKE OD PREDNOSTI POWER MILL-a

Power Mill je programski paket namenjen isključivo za CNC obradu glodanjem, pa kao specijalizovan program, ima dosta prednosti u odnosu na druge, sveobuhvatne CAD/CAM softvere koji u sebi imaju module namenjene za istu stvar (Pro Engineer, Catia, itd). Navešćemo samo neke od njih:

- Power Mill uvek vodi računa o geometriji celokupnog modela, što znači, kada se obrađuju samo određene površine na modelu, Power Mill zna da rezni alat ne sme da ošteti susedne površine, to ne mora posebno da se naznačava, kao kod nekih drugih softvera.
- Power Mill ima na raspolaganju veliki broj reznih strategija, odnosno načina rezanja materijala, što ga čini veoma fleksibilnim, bez obzira da li se radi na dvoosnoj, troosnoj, četvoosnoj ili petoosnoj glodalici.
- Power Mill raspolaže velikim brojem postprocesora, za različite tipove upravljačkih jedinica, (i većina funkcioniše besprekorno).

¹) Ivan Milićević, dipl. maš. ing., asistent-pripravnik, Tehnički fakultet, Čačak, Svetog Save 65, tel: 032/302-722, e-mail: ivan_milicevic@beotel.yu

²) Prof. dr Radomir Slavković, dipl. maš. ing., Tehnički fakultet, Čačak, Svetog Save 65, tel: 032/302-710, e-mail: rstanka@eunet.yu

³) Marko Popović, dipl. maš. ing., stručni saradnik, Tehnički fakultet, Čačak, Svetog Save 65, tel: 032/302-710, e-mail: popmarko@eunet.yu

- Power Mill ima verno urađenu simulaciju procesa rezanja, tako da se vizuelno može ispratiti kako će se odvijati proces rezanja i kakav kvalitet obrade će se dobiti, tako da se mogu blagovremeno promeniti parametri obrade, celokupna strategija ili rezni alat koji je predviđen, da bi se dobio zadovoljavajući kvalitet obrade.
- Odličan i sveobuhvatan *User-friendly* Help koji omogućava lako snalaženje i manipulisanje programom.

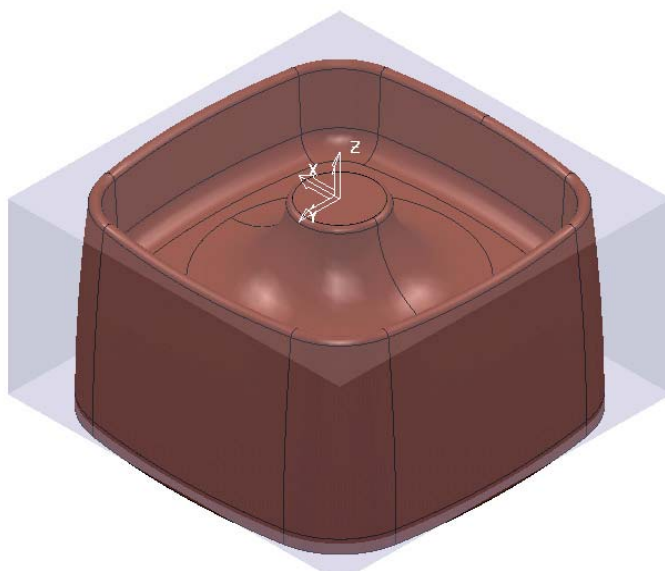
3. NEKI OD NEDOSTATAKA POWER MILL-a

Kao i svi drugi softveri, i ovaj ima svojih nedostataka. U ovom radu prezentirani su neki od problema na koje se naišlo prilikom korišćenja softvera u praksi, kao i način na koji su oni prevaziđeni.

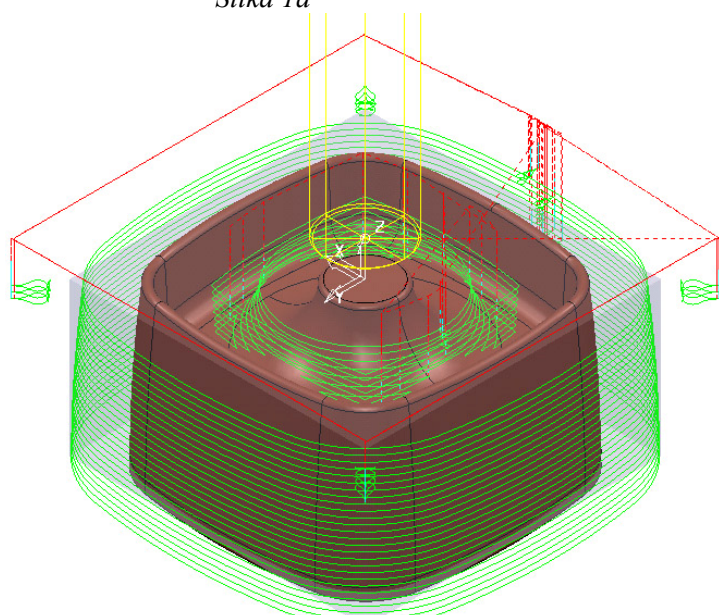
Jedan od problema uočenih prilikom korišćenja ovog softvera odnosi se na konturno glodanje, odnosno na finu obradu bočnih spoljašnjih površina na modelu. Taj problem je ilustrovan na primeru izrade elektrode za elektro-erozionu obradu za izradu alata kutije auto-alarma. Na *sl. 1a* prikazan je izgled modela elektrode, na *sl. 1b* izgled priprema sa modelom, na *sl. 1c* putanja alata za grubu obradu i na *sl. 1d* izgled izratka posle grube obrade. Na *sl. 1c* crvenom bojom je prikazan brzi hod, plavom ulazak alata u zahvat i zelenom bojom putanja vrha alata u toku procesa glodanja.



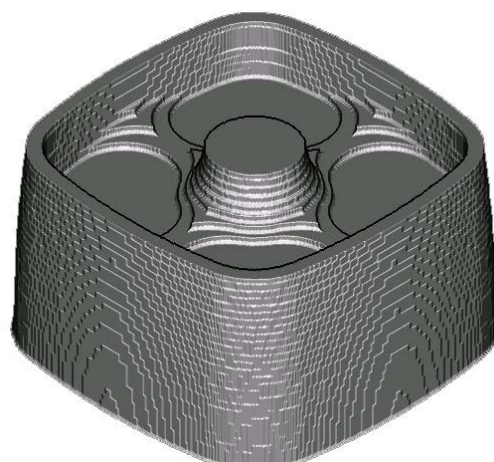
Slika 1a



Slika 1b



Slika 1c

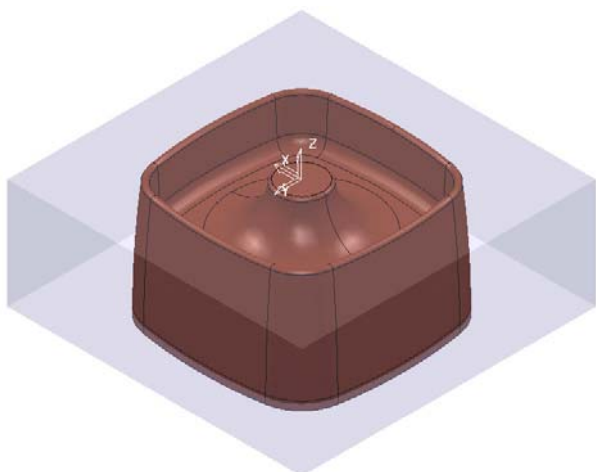


Slika 1d

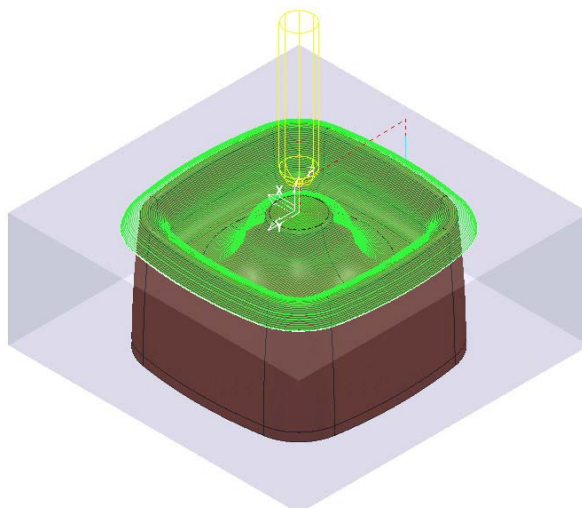
Problem nastaje kada treba generisati putanju za finu obradu spoljašnjih površina elektrode. Naime, dešava se da program ne može da generiše putanju reznog alata (tzv. *Toolpath*) za tu operaciju, bez obzira na primenjenu strategiju glodanja.

Ustanovljeno je da se problem sastoji u sledećem: Power Mill proračunava putanju alata uvek u odnosu na osu glodala (i to vrh glodala, eventualno, tek prilikom postprocesiranja, može se izabrati da se vodi centar glodala), pa dolazi do toga, da kada vrh glodala nije u materijalu priprema (tzv. bloku) prilikom obrade površine (kao u prikazanom primeru), Power Mill ne može da kreira putanju alata za tu operaciju, bez obzira što se skidanje materijala praktično vrši reznom ivicom alata.

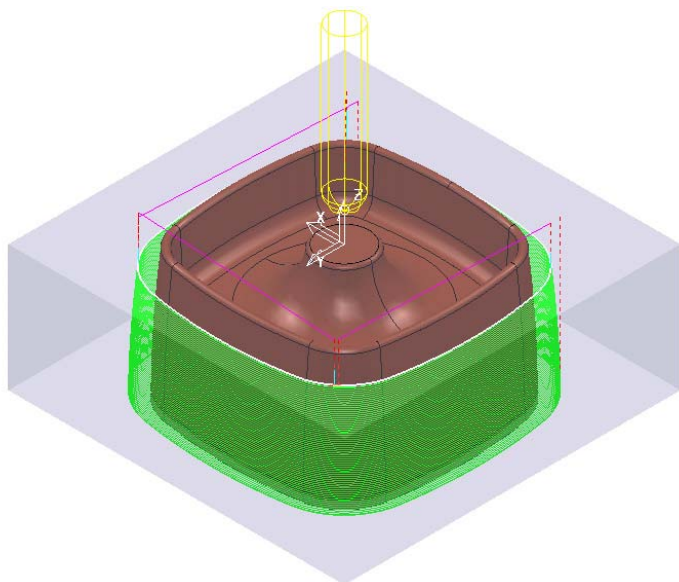
Problem se može prevazići na taj način što se dimenzije priprema mogu prikazati većim od realnih vrednosti, samo za tu operaciju (sl. 2a). Kada se vrh alata nađe u materijalu, program će kreirati putanju alata bez problema (sl. 2b, 2c) i pri tome će znati da je gruba obrada već odrađena i da se skidanje materijala vrši reznom ivicom.



Slika 2a – Izgled uvećanog priprema sa modelom



Slika 2b – Putanja alata za finu obradu spoljnog radijusa i unutrašnjih površina



Slika 2c – Putanja alata za finu obradu bočnih površina



Slika 2d – Izgled gotovog dela

Zanimljivo je da ovo važi samo za finu obradu spoljašnjih bočnih površina. Grubu obradu će Power Mill generisati bez problema, prema geometriji realnog priprema, bez obzira da li se vrh reznog alata nalazi u materijalu ili ne. Ovo je vrlo bitno da bi se stekla realna slika zahvata, jer su prilikom grube obrade najveći koraci i dubine rezanja, pa samim tim i najveća opterećenja mašine, pa je od velikog značaja da stanje koje vidimo na ekranu bude odgovarajuće onome u realnosti, pri samom procesu obrade na mašini.

Drugi problem, uočen prilikom korišćenja ovog softvera, odnosi se na generisanje putanje reznog alata koji treba da se kreće kontinualno po izdvojenoj prostornoj krivoj liniji u jednom prolazu.

Naime, prilikom obrade određenih mašinskih delova na kojima postoje krivolinijski prostorno orijentisani žlebovi malih dimenzija (do dubine 1 mm), najpogodnije je u jednom prolazu voditi centar glodala po liniji koja je pomerenjena (*offset*) za potrebnu vrednost od ose žleba, tako da željenu geometriju poprečnog preseka žleba dobijemo profilisanjem reznog alata. Na taj način se dobija daleko bolji kvalitet obrade nego u slučaju kada je na modelu već definisana geometrija žleba, pa glodalo obrađuje tu površinu. Takođe, značajno je lakše i brže kreirati 3D model na kome su predstavljene samo ose žlebova, nego onaj na kome je predstavljena celokupna geometrija tih žlebova.

Problem se sastoji u tome, što Power Mill nema opciju selektovanja linije po kojoj želimo da vodimo glodalo, već se može selektovati samo površina. Ovu mogućnost pruža Master Cam, programski paket iste namene kao i Power Mill, ali je on nepovoljniji za mnoge druge stvari.

4. ZAKLJUČAK:

Postoji veliki broj softvera namenjenih za generisanje putanje reznog alata pri obradi mašinskih delova na CNC mašinama. Svaki od njih ima svojih prednosti i nedostataka. Individualna stvar svakog korisnika je da se opredeli koji će softver koristiti. Možda najbolje rešenje leži u kombinaciji dva ili više softvera, u zavisnosti od konkretnog zadatka koji treba izvršiti.

5. LITERATURA:

- [1] B. Babić, Projektovanje tehnoloških procesa, Mašinski fakultet, Beograd, 2001.
- [2] R. Slavković, I. Milićević, Z. Jugović, Metodologija konstruisanja i izrade tehnološke opreme za pripremu papirne mase primenom programskih paketa Pro-E i Power Mill, IRMES 2004., Kragujevac, 2004.
- [3] Dokumentacija programskog paketa *Power Mill*

THE SOFTWARE POWER MILL AND SOME ADVANTAGE AND PROBLEMS NOTICED DURING ITS USE IN PROCESS OF MACHINING CNC MILLING MACHINES

Summary:

This study presents some informations which could be useful for those who use or plan to use software Power Mill for manufacturing of machine elements on CNC milling machines. It is related with problems which appear in generating of toolpaths for contour milling. Also, it presents the way which can solve some of these problems.

Aleksandar Simonović, Saša Živanović¹

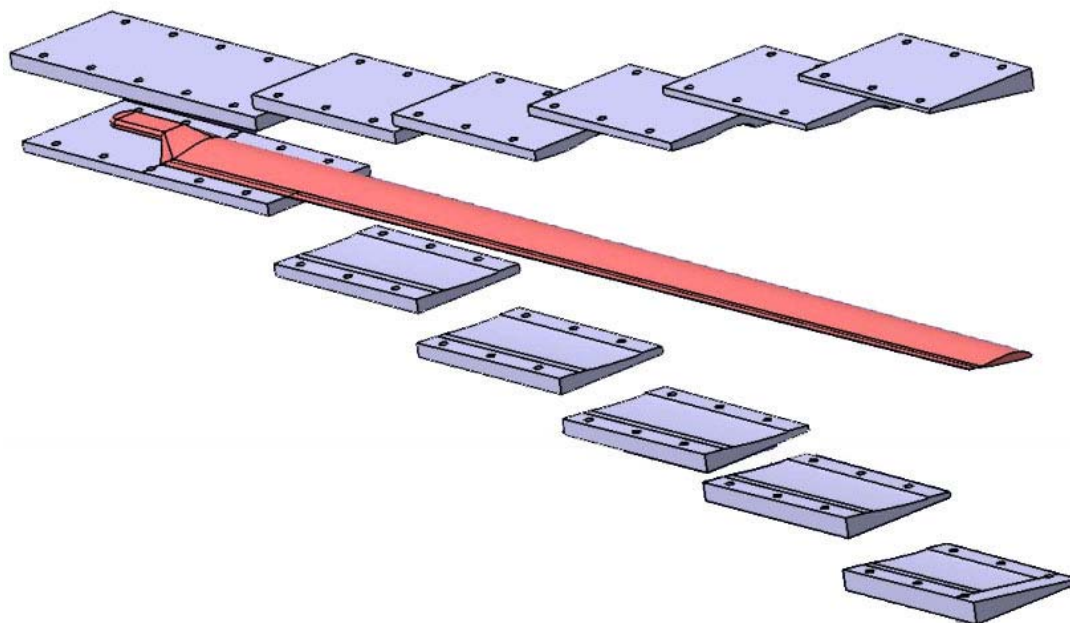
CAD/CAM KALUPA KOMPOZITNE LOPATICE ROTORA HELIKOPTERA

Rezime

U radu se predstavlja CAD/CAM udubljenja u kalupu za lopaticu glavnog rotora helikoptera. Pri proizvodnji ovakvih lopatica neophodno je postići visoku geometrijsku tačnost. Zbog velikih dimenzija duž jedne ose za izradu je planiran segmentni kalup. U radu je pokazana procedura programiranja za jedan takav segment kalupa. Ostvarena je simulacija putanje alata, dobijanje APT i NC koda kao i verifikacija putanje simulacijom uklanjanja materijala. Za realizaciju je korišćeno okruženje progama CATIA V5.

1. UVOD

Savremene lopatice rotora helikoptera su najčešće kompozitne strukture. Od dimenzija i geometrijskog oblika u značajnoj meri zavise performanse samog helikoptera, te je potrebno ostvariti visoku tačnost i kvalitet izrade pri proizvodnji kompozitnih struktura ovog tipa. Dimenzije lopatice projektovane za ugradnju na helikopter klase VLR, za koju je prikazano programiranje obrade kalupa, je raspona 3.8m, konstantne dužine tetive aeroprofila 0.2 m i vitoperena je duž raspona.



Slika 1. CAD modeli segmenata kalupa za kompozitnu lopaticu i model lopatice

Izrada kompozitnih lopatica rotora helikoptera podrazumeva postojanje kalupa koji omogućuje da lopatica poprimi geometrijski oblik tražene tačnosti i tretiranje kompozitne strukture. Kalup izradjen od metala omogućava postizanje visoke geometrijske tačnosti i može se koristiti više puta, što nije slučaj sa kalupima izradjenim od drugih materijala ili pri bezkalupnom procesu proizvodnje. Predvidjen materijal od koga bi se kalup izradio je aluminijum 6061-T6.

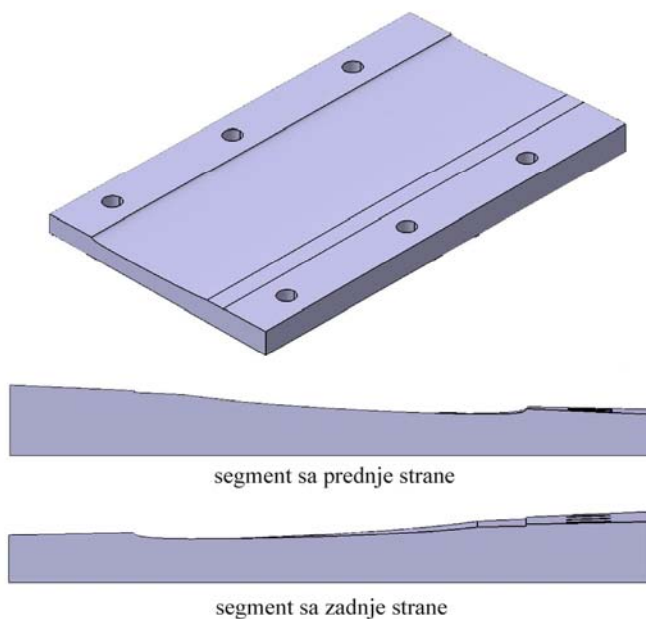
¹Mr Aleksandar Simonović, asistent pripravnik, Katedra za Mehaniku, Mr Saša T. Živanović, asistent, Katedra za Proizvodno mašinstvo, Mašinski Fakultet, Beograd, 27.marta 80, asimonovic@mas.bg.ac.yu, szivanovic@mas.bg.ac.yu

Sa druge strane zbog tehnokonomskih uslova poželjno je kalup izraditi iz segmenata (slika 1.) koji se spajaju odvojeno u gornji i donji deo kalupa. Na slici 2. je izdvojen jedan od segmenata kalupa, modeliran u softveru CATIA V5, za koji će se pokazati programiranje obrade.

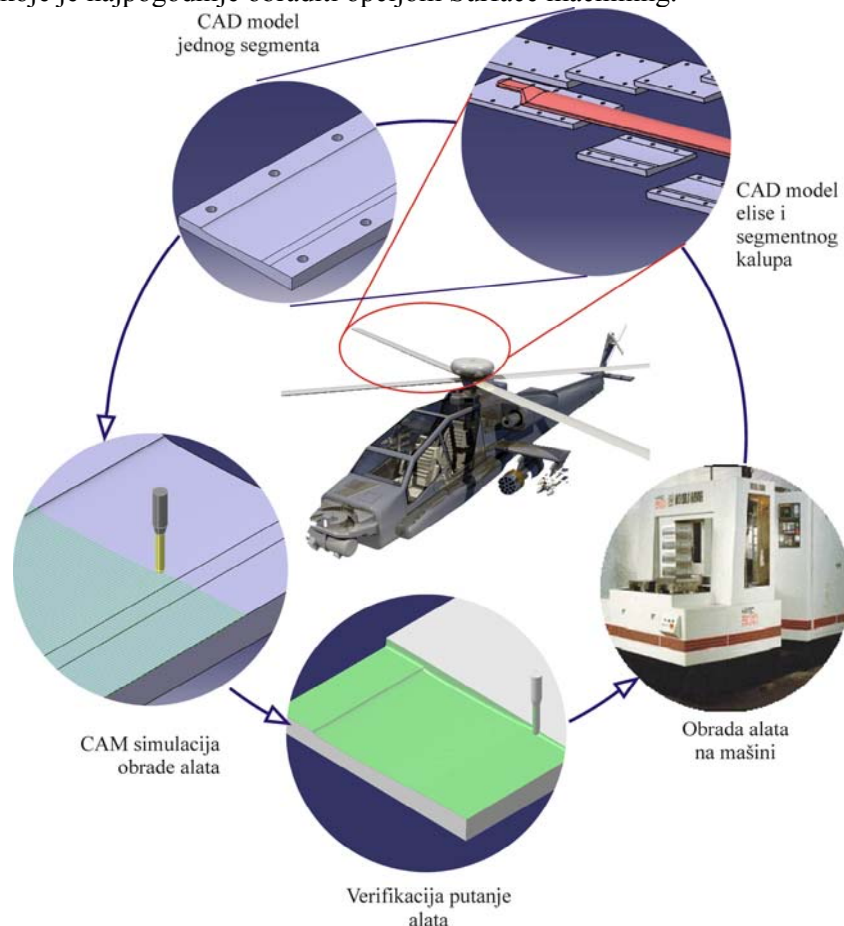
2. CAD/CAM MODELIRANJE

Dobijanje CAD modela je moguće ostvariti bilo kojim CAD paketom za 3D modeliranje. U radu je korišćeno okruženje programa CATIA. Problem se može rešiti upotrebom i drugih sličnih programa kao što je Pro/Engineer. Upotreba različitih programa nije ograničenje u modeliranju, pošto je moguća razmena modela između ovih programa pomoću IGES ili STEP formata. Potrebno je doći do trodimenzionalnog CAD modela. U nastavku se problem svodi na to da se geometrijska 3D informacija modela, preslika u odgovarajući CAM model, koji će omogućiti, dobijanje putanje alata za obradu tog dela na konkretnoj mašini, u ovom slučaju, na obradnom centru ILR HMC 500.

Postupak CAD/CAM modeliranja, od CAD modela do CAM modela, sa izlazima u obliku APT i NC koda, sa krajnjim ciljem obrade na mašini, pokazan je na slici 3. Za model lopatice, napravljen je odgovarajući model kalupa. Zbog dužine kalup je podeljen na segmente, što je pokazano i na slikama 1 i 3. Procedura je pokazana na jednom segmentu, i analogno se može primeniti na ostale. Sledeća faza je CAM modeliranje, koje počinje aktiviranjem opcije – Machining, i izborom vrste obrade. Razmatrani model ima složene površine, koje je najpogodnije obraditi opcijom Surface machining.

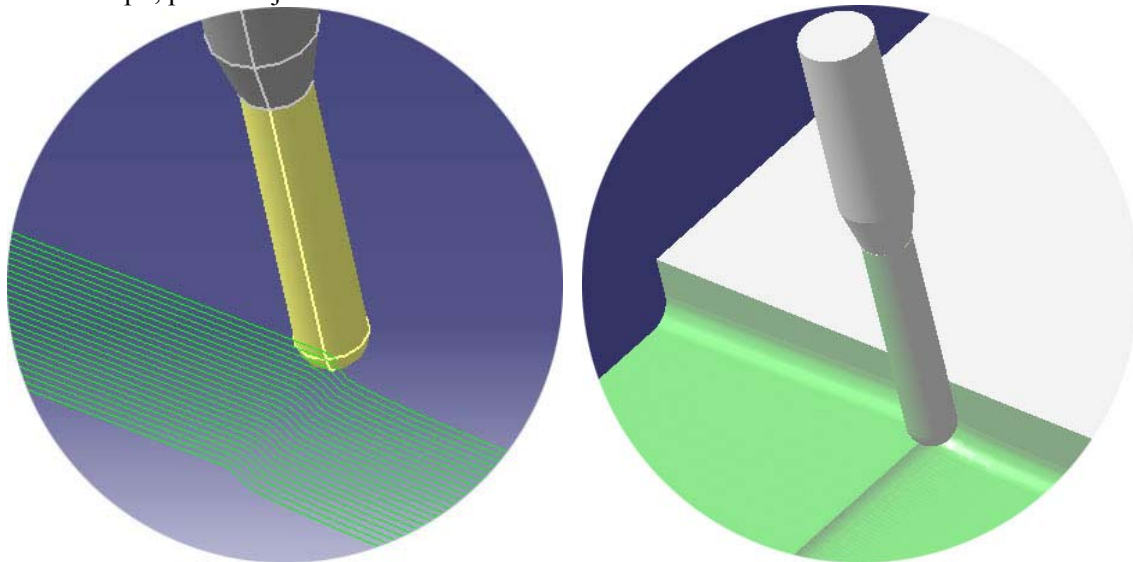


Slika 2. CAD model jednog segmenata kalupa



Slika 3. CAD/CAM modeliranje lopatice rotora helikoptera

Posle izbora obrade površine, definiše se operacija (Part Operation.1). Ovde treba izabrati mašinu, koordinatni sistem, deo (part), koji se obrađuje, pripremak, od koga se obrađuje deo. Program za obradu (Manufacturing Program) se pravi na osnovu izbora operacija obrade (Machinig operation). Posmatrani segment kalupa lopatice, se obrađuje grubom predobradom (sweep roughing) i završnom finom obradom (sweeping). Izbor površina koje se obrađuju ostvaruje se jednostavnim selektovanjem. Postoje različite strategije obrade (tool path style). Izabrana strategija obrade je zig-zag. Ovde se može definisati i alat. Izabrano je loptasto glodalo prečnika 5mm. Ovde se definiše i razmak između prolaza upravno na pravac kretanja alata kao i dubina po prolazu. Uvećani detalj simulirane putanje alata na delu prelaza između površina na kalupu, pokazan je na slici 4.



Slika 4. Detalj simulacije obrade segmenta

Pre postprocesiranja, treba proveriti, da li je setovan postprocesor. To se radi u Tool/Options/Machining/Output meniju. Treba da je selektovan Cenit i PP path: C:\Program Files\Dassault Systemes\B14\intel_a\startup\Manufacturing. Generisanje APT i NC koda je moguće interaktivno. Unutar ovog menija se pri definisanju NC koda obavezno selektuje konkretan postprocesor, na primer *FANUC_11M_3x.pp*. APT kod ima ekstenziju **.aptsource*, dok se NC kod prepoznaje po **.CATNCCod* (slika 5).

<pre> \$\$ ----- \$\$ Generated on nedelja, 20. mart 2005 0:34:46 \$\$ CATIA APT VERSION 1.0 \$\$ ----- \$\$ Manufacturing Program.1 \$\$ Part Operation.1 \$\$*CATIA0 ... TOOLNO/1, 10.000000 TPRINT/T1 End Mill D 10 LOADTL/1 \$\$ TOOLCHANGEEND \$\$ End of generation of : Tool Change.12 \$\$ OPERATION NAME : Sweep roughing.3 \$\$ Start generation of : Sweep roughing.3 SPINDL/ 70.0000,RPM,CLW RAPID GOTO /-1514.97000, -80.23087, 30.91917 FEDRAT/ 300.0000,MPPM GOTO /-1514.97000, -80.23087, 20.91917 GOTO /-1514.98556, -80.23054, 20.43739 ... GOTO /-1529.03000, -70.23170, 0.20328 RAPID GOTO /-1529.03000, -70.23170, 11.91917 \$\$ End of generation of : Sweeping.1 SPINDL/OFF REWIND/0 END </pre>	<pre> :0100 (ZAVRSNA OBRADA CATIA Manufacturing) G54G90G0G40G49H00Z0M5 M00 (ALAT T1 KOR H1 LOPTASTO GLODALO PRECNKA 10MM) N20 S1500 M03 N24 G0 Z-1.059 N25 G1 G94 Y-70.109 Z-2.73 F300. N26 Y0.052 Z-1.194 F1000. N27 Y1.307 Z-1.326 N28 Y2.327 Z-1.686 N29 Y3.245 Z-2.257 N30 Y4.019 Z-3.011 N31 Y4.243 Z-3.352 N32 Y4.864 Z-3.546 N33 Y6.076 Z-3.803 N34 Y8.032 Z-4.096 N35 Y10.775 Z-4.371 N36 Y14.439 Z-4.599 N37 Y19.925 Z-4.811 N38 Y27.603 Z-4.978 N39 Y36.229 Z-5.019 N6615 Y-70.232 Z-5.797 N6616 Z0.203 N6617 G0 Z11.919 N6621 M30 </pre>
--	---

a) primer dela APT koda segment. *aptsource*

b) primer dela NC koda segment. *CATNCCod*

Slika 5. Primeri APT i NC koda za obardu jednog segmenta kalupa

Planirana je i obrada na mašini ILR HMC500, koja ima Fanuc upravljačku jedinicu, za koju u biblioteci postprocesora CATIA-e, postoji odgovarajući Fanucov postprocesor. Postprocesiranje je ostvareno uspešno, kao i testiranje programa na mašini. Preostaje da se uradi još obrada radi detaljne verifikacije.

4. ZAKLJUČAK

Zbog složenosti geometrije priprema programa za obradu površina lopatice rotora helikoptera, je pogodna da se uradi primenom računara. Ovo se ogleda u pripremi geometrijske informacije o složenim površinama koje treba obraditi. Ta geometrijska informacija treba da bude 3D geometrija, koja je uz primenu CAM opcije programa CATIA, prevedena u 3D informaciju za obradu na mašini alatki, u zavisnosti od raspoloživih resursa. Radi verifikacije procedure programiranja razmatran je model jednog segmenta alata za lopaticu rotora helikoptera. Za ovaj model ostvareno je dobijanje APT i NC koda, i verifikacija putanje alata simulacijom obrade. Postprocesiranje je ostvareno za FANUC upravljačku jedinicu, za koju postoji postprocesor. U daljem radu se planira i izrada modela od plastike ili aluminijuma.

5. LITERATURA

- [1] Simonović A. i ostali, Razvoj vetrogeneratora srednje snage – elaborat, Mašinski Fakultet Beograd februar 2005.
- [2] Živanović, S., CAD/CAM programiranje P3 - paralelne mašine alatke, 29. JUPITER konferencija, 16. simpozijum CAD/CAM, Zbornik radova, str. 2.83-2.86, Mašinski fakultet, Beograd, 2003.
- [3] Vasić I., Živanović, S., Mandić A., Evolucija proizvoda u savremenom projektantskom okruženju, VII Međunarodna konferencija Fleksibilne tehnologije mma 2000 Zbornik radova str. 163-164, Novi Sad, 08. jun 2000.
- [4] CATIA Version 5 Prismatic Machining, Wichita State University, National Institute for Aviation Research, 2001.
- [5] CATIA V5 User's Documentation, Dassault Systems 2003.
- [6] Composite Materials Handbook, M.M. Schwartz, McGraw-Hill Book Company 1984.
- [7] Principles of CAD/CAM/CAE Systems, Kunwoo Lee, Seul National University, 1999.
- [8] Advanced Composite Mold Making, John J. Morena, Van Nostrand Reinhold Company, NY 1988.

Aleksandar Simonović, Saša Živanović

CAD/CAM OF MOLD FOR HELICOPTER ROTOR COMPOSITE BLADE

Summary

This paper shows CAD/CAM technique of mold recess for helicopter main rotor blade. It is necessary to achieve high precision in this process. Due to the dimensions along one of the blade axis, the segmented mold is found necessary. In this paper the programming procedure is shown for one of these mold segments. The tool path simulation is shown as well as producing of APT and NC code with the verification of material removal. For realization of these processes CATIA's tools were used.



Miroslav Trajanović¹, Nikola Vitković², Miloš Simonović³

UPOTREBA TEHNIKA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA NA PRIMERU KAŠIKE VARALICE

Rezime

Kreiranje računarskih 3D modela prototipskih objekata izrađenih ručno moguće je jedino primenom tehnika reverzibilnog inženjerstva. U radu je prikazana tehnologija dobijanja računarskog geometrijskog modela ručno izrađene kašike varalice primenom tehnika reverzibilnog inženjerstva. Snimanje potrebnih geometrijskih i topoloških podataka vršeno je mašinom za 3D skeniranje Roland MDX-20. Na osnovu dobijenog oblaka tačaka kreiran je 3D geometrijski model korišćenjem programa ProEngineer WildFire.

1. UVOD

Savremene tehnike proizvodnje zahtevaju kvalitetan 3D model proizvoda kao osnovu za različite CAx aktivnosti u procesu projektovanja proizvoda i proizvodnje. U nekim slučajevima nije lako kreirati 3D geometrijski model samo korišćenjem programa za projektovanje jer su oblici previše složeni. Ovo je često slučaj sa projektovanjem nakita, automobila ili sličnih proizvoda kod kojih je topologija rezultat umetničkog izraza dizajnera. U takvim slučajevima dizajner stvara fizički model (prototip). Kreiranje računarskog 3D geometrijskog modela na osnovu ovog prototipa je moguće samo korišćenjem tehnika reverzibilnog inženjerstva.

Proizvodnja varalice za ribolov spada u prethodno pomenutu kategoriju proizvoda. Iskusni dizajner ručno oblikuje prototip, ali je za dalje projektovanje alata potreban 3D geometrijski model varalice. Korišćenjem tehnika reverzibilnog inženjerstva moguće je dobiti 3D geometrijski model, ali je pri tom potrebno rešiti niz praktičnih problema kao što su:

- Izbor metode skeniranja (kontaktne ili bezkontaktne metode)
- Izbor uređaja za skeniranje
- Način postavljanja objekta u uređaj (jednostrano, dvostrano ili višestranu skeniranje)
- Korak skeniranja

2. DEFINISANJE PARAMETARA SKENIRANJA

Izbor metode skeniranja vrši se na osnovu materijala i topologije fizičkog modela. U ovom slučaju fizički model (prototip) kašike varalice načinjen je od acetatne celuloze (vrsta plastike). Tvrdća površine ovog modela dozvoljava da se za skeniranje izabere kontaktna metoda. Takođe, topologija prototipa, iako vrlo kompleksna, je takva da merni pipak može da pristupiti svim tačkama na njegovom omotaču. Dimenzije prototipa su 26 x 14 x 49 mm (B x H x L) pa je za skeniranje izabran uređaj Roland MDX-20 koji radi na kontaktnom principu. Neki osnovni podaci vezani za uređaj su dati u Tabeli 1.

U Tabeli 2. su dati podaci vezani za mogućnosti uređaja prilikom skeniranja objekata.

Nakon analize modela, definisanja mašine skeniranja, potrebno je definisati način postavljanja modela na mašinu i definisati parametre skeniranja (pre svega se misli na tačnost skeniranja). Pravilno postavljanje modela je vrlo bitno za sam proces skeniranja, ali i za kasniju obradu podataka. Model kašike varalice nije simetričan pa zahteva da se skeniranje izvrši sa dve strane: gornje i donje. Na slici 1 je prikazana mašina sa postavljenim modelom, a na slici 2. je prikazan model izbliza (donja strana modela).

¹ Dr Miroslav Trajanović, Mašinski fakultet Niš, 018/500-662, traja@masfak.ni.ac.yu

² Nikola Vitković, Mašinski fakultet Niš, 018/500-663, vitko@masfak.ni.ac.yu

³ Miloš Simonović, Mašinski fakultet Niš, 018/500-663, smilos@masfak.ni.ac.yu

Tabela 1. Podaci o mašini Roland MDX-20

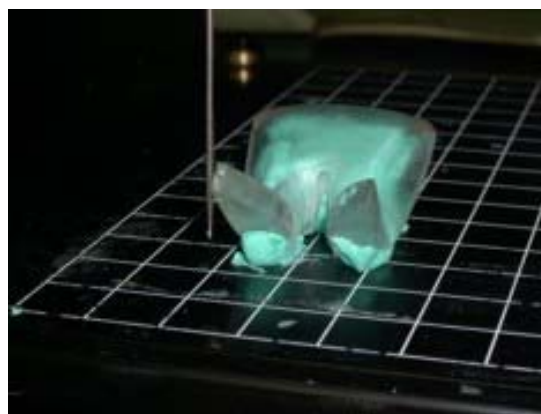
MODEL	MDX-20
XY veličina stola	8-5/8"(X). x 6-1/4"(Y) (220 mm x 160 mm)
Maksimalna veličina za rad	8 "(X) x 6 "(Y) x 2-3/8" (Z) (203.2mm x 152.4mm x 60.5mm)
Interfejs	Serial (RS-232C)
Kontrolni tasteri	STANDBY key, VIEW key, TOOL-UP key, TOOL-DOWN key,
Spoljne dimenzije	476.8 mm x 381.6 mm x 305 mm

Tabela 2. Podaci o mašini vezani za mogućnosti skeniranja

Senzor	Roland Active Piezo Sensor (R.A.P.S.) Probe length 60 mm (2-5/16 in.), tip bulb diameter 0.08 mm (0.00315 in.)
Metod skeniranja	Skeniranje
Korak skeniranja (Dr. PICZA)	X/Y-axis directions -- 0.05 to 5.00 mm (0.002 to 0.20 in.) (settable in steps of 0.05 mm (0.002 in.)) Z-axis direction -- 0.025 mm (0.000984 in.)
Brzina skeniranja	4—15 mm/sec. (1/8—9/16 in./sec.)
Izvoz u formate	DXF, VRML, STL, 3DMF, IGES, Grayscale, Point Group and BMP



Slika 1. Mašina sa postavljenim modelom

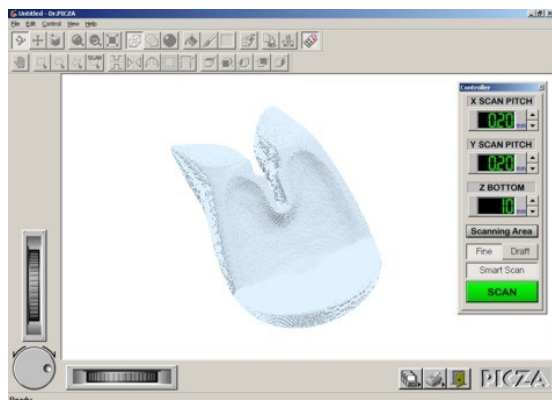


Slika 2. Model na mašini (donja strana)

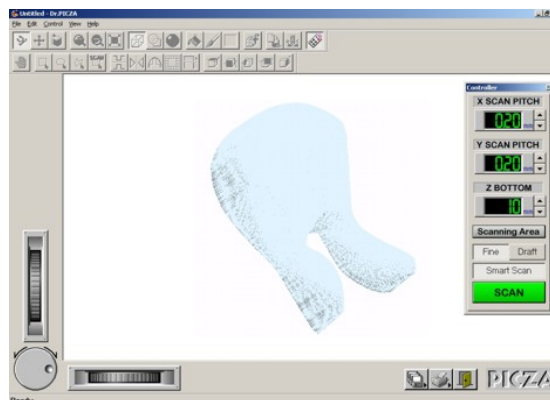
Sa slike 2. vidi se da je model dosta kompleksne geometrije i topologije, pa je u cilju dobijanja kvalitetnog računarskog modela potrebno izvršiti skeniranje sa malim korakom u pravcu X i Y ose. Na osnovu iskustva u skeniranju sličnih modela izabran je korak za skeniranje od 0.2 mm.

Za upravljanje radom uređaja za skeniranje korišćen je program Dr. PICZA u kome se mogu podesiti svi parametri skeniranja. Na slikama 3 i 4. prikazani su rezultati dobijeni skeniranjem i prikazani u programu Dr. PICZA. Rezultati skeniranja su u stvari koordinate skupa tačaka na omotaču modela. Ovaj skup podataka se naziva oblak tačaka.

Na osnovu slika 3 i 4 vidi se da je model dobro skeniran. Ovakav model, međutim, se mora pretvoriti u 3D geometrijski model, pri čemu ovaj postupak nije moguć bez intervencije projektanta.



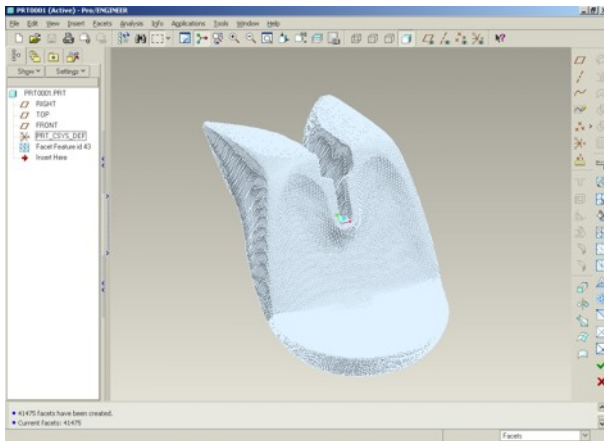
Slika 3. Skenirani model - odozgo



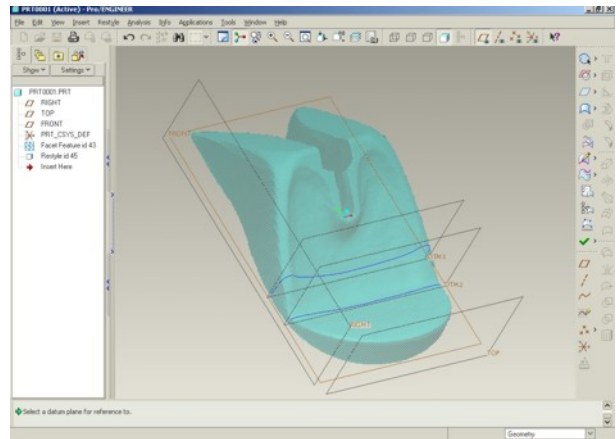
Slika 4. Skenirani model - odozdo

3. OBRADA MODELA U PROENGINEER-U

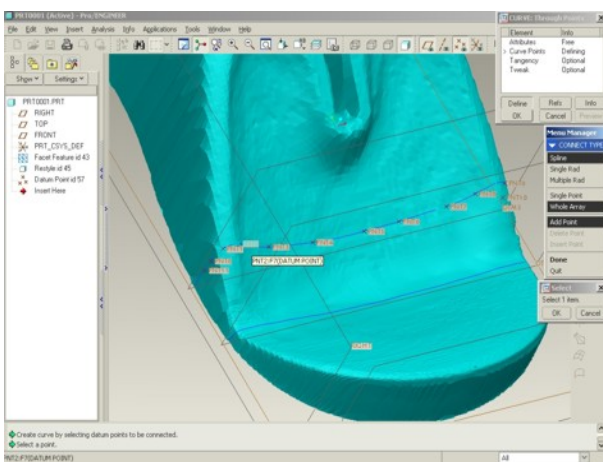
Nakon skeniranja modela, potrebno je podatke o modelu predstaviti na taj način tako da ih program za CAD može prihvatiti. Sam program Dr. PICZA ima mogućnost izvoza modela u više formata: stl, igs, txt,... Za slučaj modela kašike varalice izabran je stl format jer se za kasniju obradu modela koristio program ProEngineer koji može da uveze podatke o modelu u stl formatu. Model je uvezen u ProE i korišćenjem modula **Facet** je dobijen prikaz kao na slici 5. Nakon meširanja modela u modulu **Facet**, model se učitava u modul **Restyle** u kome se kreiraju potrebne krive za kreiranje validnog modela. Restyle model sa kreiranim krivama je prikazan na slici 6.



Slika 5. Meširani model



Slika 6. Model u modulu Restyle

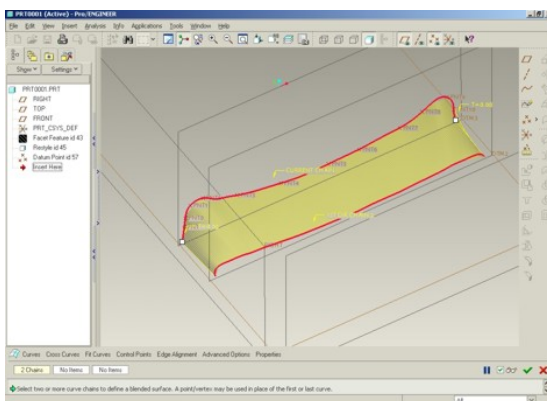


Slika 7. Kreiranje novih kriva

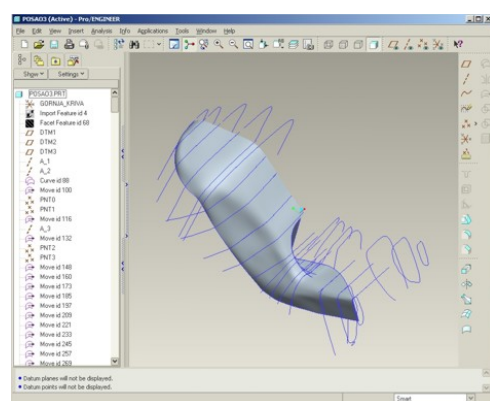
Krive koje se dobiju u **Restyle** modulu su privremene krive. Nakon dobijanja svih potrebnih krivih model se vraća iz **Restyle** modula i vrši se ispravka krivih. Ovaj postupak se naziva ozdravljivanje modela. Postoji mnogo načina kojima se mogu krive prepraviti, jedan od njih, koji je ovde primenjen je definisanje potrebnih tačaka na privremenim krivama i zatim kreiranje novih krivih linija zasnovanih na tim tačkama. Taj postupak je prikazan na slici 7.

Nakon kreiranja potrebnih krivih formira se površina korišćenjem funkcije **Boundary blend**. Ovaj alat je dosta jednostavan za dobijanje površina, pod uslovom da su krive pravilno definisane i usaglašene (isti broj tačaka, pravilna zakrivljenost, tangentnost).

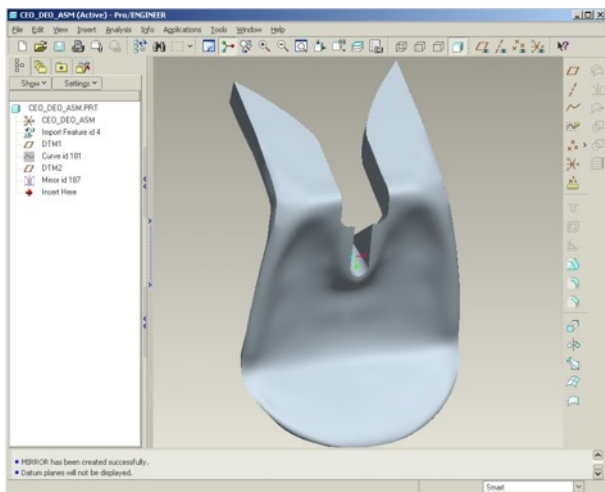
Površina se može kreirati u delovima, ili se može kreirati u celini. Na slici 8. je prikazano kreiranje dela površine preko dve krive, a na slici 9. je prikazana donja površina modela. Donja površina modela je kreirana preko svih krivih koje su definisane. Tako dobijena površina je dobra za kasniju pripremu za obradu, jer je ostvorena kontinualnost zakrivljenja površine.



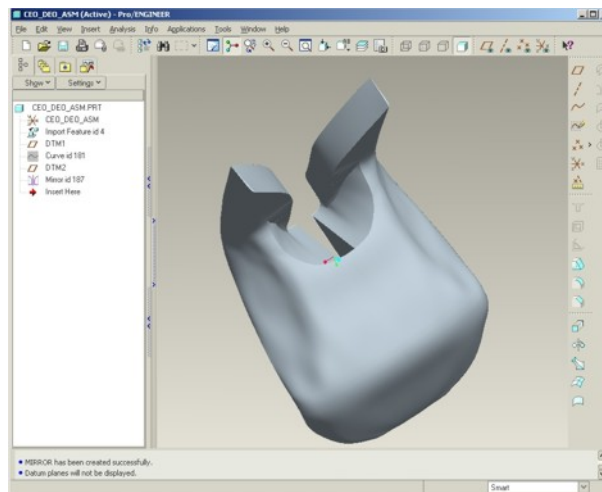
Slika 8. Kreiranje površine na osnovu krivih



Slika 9. Izmodelirana donja površina



Slika 10. Sklop donje i gornje površine(odozgo)



Slika 11. Sklop donje i gornje površine(odozdo)

Nakon obrade donje i gornje površine modela, u **Assembly** modulu ProEngineer programa je izvršeno sklapanje modela u celinu. Tako sklopljen model je prikazan na slikama 10 i 11.

Sklapanje modela je izvršeno preko krive razdvajanja koja je definisana na taj način što je prvo kreirana gornja površina, pa je na njoj kreirana spoljna granična kriva. Data kriva je prenešena na donju površinu i njome je ograničena površina donje strane. Pošto su i donja i gornja strana ograničene istom krivom, sastavljanje modela u celinu je izvršeno po toj krivoj. Nakon sastavljanja donje i gornje površine dobija se 3D geometrijski model kašike varalice.

4. ZAKLJUČAK

Tehnika reverzibilnog inženjerstva je u nekim slučajevima nezaobilazni metod za dobijanje 3D geometrijskog modela na osnovu postojećeg prototipskog modela. Iako postoje kvalitetni uređaji za skeniranje i sofisticirani softverski alati za transformaciju oblaka tačaka u 3D model, proces reverzibilnog inženjeringa zahteva analitički pristup problemu. Vrlo je važno izabrati prave parametre skeniranja i način postavljanja modela. U procesu ozdravljanja modela zahteva se dobro iskustvo projektanta u korišćenju CAD alata.

5. LITERATURA

- [1] Nikola Vitković, "Metode trodimenzionalnog skeniranja fizičkih objekata", diplomski rad, Mašinski fakultet Niš, 2001.
- [2] Internet prezentacija kompanije Roland, <http://www.rolanddg.com/>.

THE USE OF REVERSE ENGINEERING TECHNIQUES ON THE EXAMPLE OF SWINDLER SPOON

Summary

It is possible to create computer 3D model of the handmade prototypical objects only by applying reverse engineering techniques. The technology for the creation of the computer geometrical model of the handmade swindler spoon by application of the reverse engineering techniques is shown in this study. The recording of the necessary geometrical and topological data was made with 3D scanning machine Roland MDX-20. The 3D geometrical model was created by applying the ProEngineer WildFire program, based on the acquired cloud of points.

I. Lazarević, Z. Miljković¹

MODELIRANJE PROCESA PLASTIČNOG DEFORMISANJA ČELIČNOG PRSTENA KORIŠĆENJEM SOFTVERA SFTC-DEFORM-3D™

Rezime

Savremene metode projektovanja pomoću računara (CAE) se sve više koriste u istraživanjima vezanim za obradu plastičnim deformisanjem. Uštede u vremenu i novcu, koje su time omogućene, predstavljaju samo neke od prednosti masovnije primene navedenih metoda. Mogućnost korišćenja već postojećih geometrijskih (CAD) modela radnih predmeta u CAE paketima, u mnogome skraćuju vreme potrebno za sprovođenje željenih analiza. Ovaj rad prikazuje analizu slobodnog sabijanja čeličnog prstena korišćenjem respektabilnog DEFORM-3D™ softverskog paketa.

Ključne reči: modeliranje, slobodno sabijanje, simulacija, metod konačnih elemenata

1. UVOD

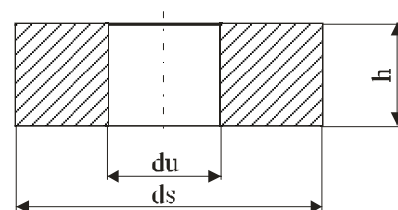
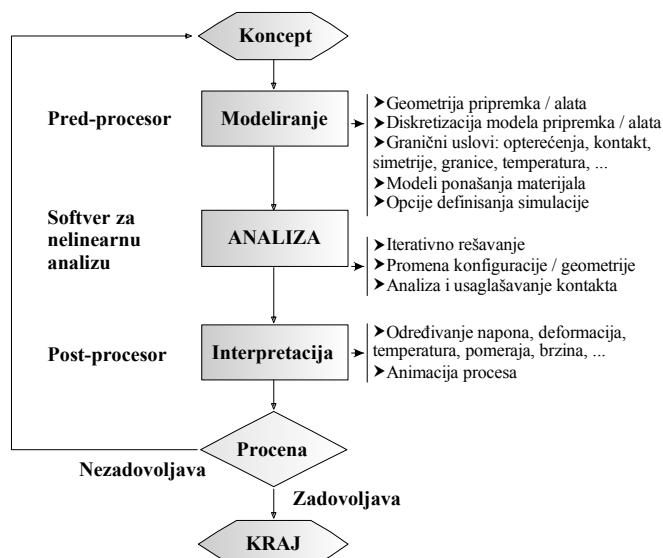
Još od nastanka teorije dislokacija, obrada metala plastičnim deformisanjem je u stadijumu intenzivnog razvoja. Njeno usavršavanje je omogućilo kontrolisano poboljšavanje svojstava materijala obradaka, povećanje proizvodnosti osnovnog procesa, poboljšanje strukture metala, kvaliteta površina, tačnosti mera obradaka i sl. Savremena inženjerska praksa raspolaže teorijskim modelima i metodama kojima se definiše naponsko, deformacijsko i kinematsko stanje materijala [1].

Ukoliko su navedena stanja utvrđena, uz poznavanje mehaničkih svojstava i resursa plastičnosti, omogućava se rešavanje tehnoloških zadataka projektovanja proizvoda, primenom računara i odgovarajućeg aplikativnog softvera. Savremenoj inženjerskoj praksi, projektovanju pomoću računara (CAE), pridodate su i mogućnosti koje se zasnivaju na navedenim metodama, a koje svoju primenu nalaze, kako u projektovanju procesa obrade plastičnim deformisanjem [2], tako i simulacijama procesa rezanja [3], valjanja [3], sinterovanja [4], ekstrudiranja [5] i sl.

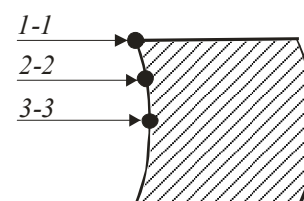
Ovaj rad prikazuje postupak, koji tehnolog mora da sprovede, prilikom sprovođenja simulacije plastičnog deformisanja čeličnog prstena promenljive geometrije i koeficijentata trenja između kalupa (pritisnih ploča) i obratka, koristeći softver kompanije Scientific Forming Technologies Cooperation - DEFORM-3D™ [6].

2. POSTUPAK MODELIRANJA PROCESA PLASTIČNOG DEFORMISANJA

Algoritam za modeliranje procesa plastičnog deformisanja, može se prikazati Slikom 1.



Slika 2-a: Pripremak.



Slika 2-b: Prečnici koji definišu deformaciju.

Slika 1: Simulacija procesa plastičnog deformisanja.

¹ Ivan Lazarević, dipl.maš.inž., doc.dr Zoran Miljković,

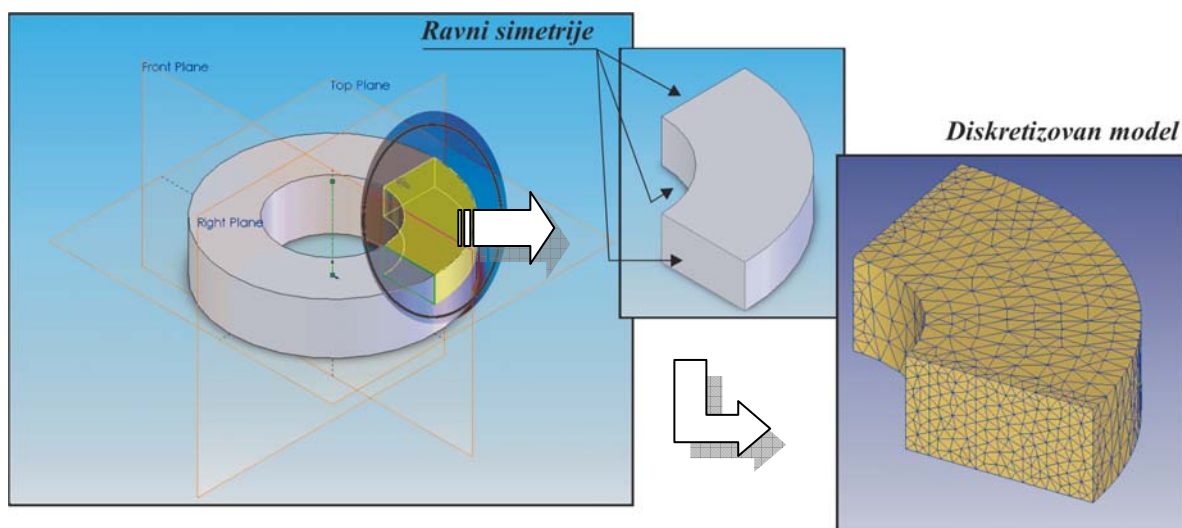
Mašinski fakultet u Beogradu, Katedra za proizvodno mašinstvo, e-mail: atlant@ptt.yu ; zmiljkovic@mas.bg.ac.yu

2.1 Koncept

Pripremak, Slika 2-a., čelični prsten materijala AISI-1045 (Č.1530), izložen je slobodnom statičkom sabijanju između dve ploče (kalupa). Visina prstena je 60mm, dok je spoljašnji prečnik $d_s=200\text{mm}$. Promenljive koje variraju su: unutrašnji prečnik: $d_u=40,60,80,100$ i 120mm , kao i koeficijent trenja između obratka i alata: $\mu=0,08; 0,12$ i $0,2$. Merenjem deformisanog prstena, u toku simulacije, na prečnicima 1-1, 2-2 i 3-3 određuje se način deformisanja materijala, i beleži trenutak kada deformisani materijal počne da teče ka unutrašnjosti prstena.

2.2 Modeliranje

Za geometrijsku prezentaciju modela, korišćen je SolidWorks 2004^(c), pri čemu je odabran grafički zapis STL, sa tolerancijama: ugaonim - max 3° i linijskim - max 0.001mm . Kako DEFORM-3DTM softverski paket omogućava modeliranje simetričnih elemenata, za analizu će biti iskorišćena samo osmina prstena uz granične uslove: ravni simetrije - Slika 3.



Slika 3: Modeliranje obratka.

Diskretizacija modela je izvršena zadavanjem odnosa min:max veličina stranice konačnog elementa 2-4mm, uz naglašavanje da je za modele $d_u=120\text{mm}$, taj odnos 1:2mm. DEFORM-3D poseduje sopstveni modul za diskretizaciju geometrije. Proces je izotermni - hladno sabijanje pri sobnoj temperaturi. Usvojeni model ponašanja materijala:

$\sigma = \sigma(\dot{\epsilon}, \epsilon, T, \text{mikrostruktura})$ - baza materijala DEFORM-3DTM - Tabela 1. Modeliranje ponašanja materijala je moguće simulirati preko „Johnson-Cook“-ov modela za isti materijal [3].

$$\sigma = (B\dot{\epsilon}^n) \left(1 + C \ln \left(\frac{\dot{\epsilon}}{1000} \right) \right) \left(\left(\frac{T_{melt} - T}{T_{melt} - T_{room}} \right) + a e^{-0.00005(T-700)^2} \right)$$

t [°C]	$\dot{\epsilon}$	ϵ							
		0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	2
20	1,5	0	640	688.963				904.711	908
	100	0	641	690.963				906.711	910
900-1200	0,1	0	145.702	165.017	188.398	201.667	202		
	100	0	253.201	290.757	341	380.796	390		

Tabela 1: Model ponašanja materijala korišćenog u simulaciji.

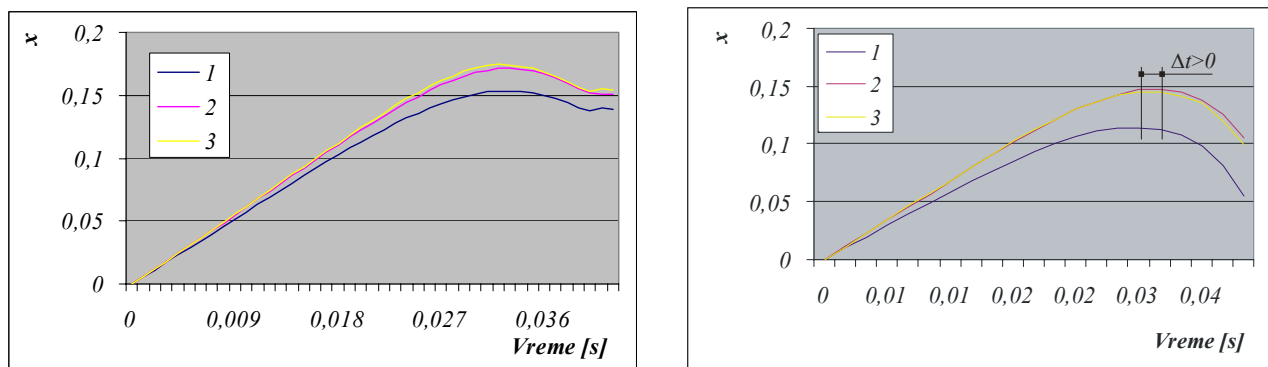
Zadata brzina deformisanja je 500mm/s a relativna deformacija visine iznosi 66,67%. Sistem nije uključivao proveru pojave pukotina na obratku.

2.3 Analiza

Prema zadatoj brzini deformisanja, vreme trajanja operacije sabijanja je 0,04s. Pri tome alat pređe put od 20mm. Vremenski priraštaji za integraljenje jednačina su varirani: 0,1 ; 0,2 i 0,4 mm/koraku. Nije uključivana kompenzacija zapremine u analizu. Broj koraka simulacije se kretao od 100-450, i zavisi od broja međukoraka pri kojima se vršila rediskretizacija modela i vremenskog priraštaja za integraljenje jednačina. Koeficijenti trenja: 0,08 i 0,12 su koeficijenti između obratka i kalupa, za kombinacije materijala obradak/alat: čelik/karbid i čelik/čelik, pri primerenom podmazivanju dodirnih površina. Koeficijent trenja od 0,2 uzet je kao slučaj nepovoljnijeg podmazivanja dodirnih površina [7] i [8].

2.4 Interpretacija dobijenih rezultata analize

Zbog uvođenja simetričnosti elementa ispitivanja, jasno se uočava da ovako modelirana analiza ne može da omogući zadavanje različitih koeficijenata trenja na dve dodirne površine. Kako je kriterijum za kontrolu procesa bio uočavanje trenutka kada materijal počne da se kreće ka unutrašnjosti prstena, korišćena je mogućnost da sistem prikazuje X-R deformaciju (relativnu deformaciju u pravcu X ose po koraku). Pri tome, u zavisnosti od uslova ispitivanja, postojala su dva karakteristična grafika relativnih deformacija u X pravcu - Slika 4. Oznake na legendama 1,2 i 3 predstavljaju prečnike: 1-1, 2-2 i 3-3, respektivno sa Slike 2-b.



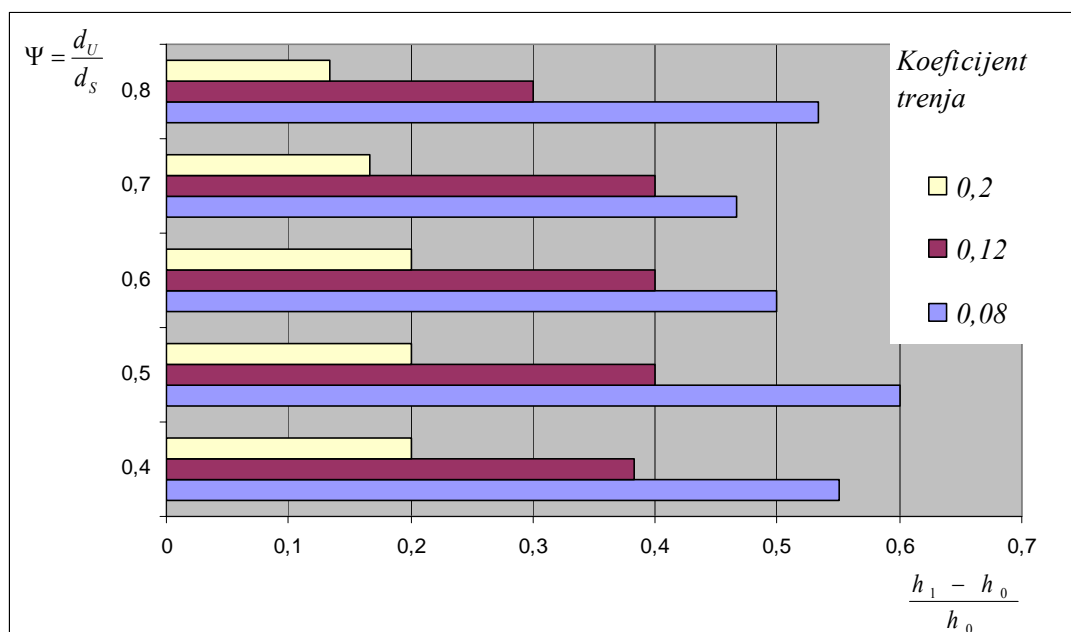
Slika 4: Relativne deformacije materijala u pravcu X ose.

Kako je porast spoljašnjeg prečnika prstena pozitivnog predznaka X ose, sve dok krive na grafiku imaju trend rasta ne dolazi do kretanja materijala ka unutrašnjosti prstena. U određenim uslovima, pri većim dodirnim površinama (manje du), deo materijala koji se nalazi bliže dodirnim površinama kasnije počinje da se kreće ka unutrašnjosti prstena - Slika 4-b. Ta vremenska razlika predstavlja konačan vremenski interval $\Delta t > 0$ (obično do dva iterativna koraka). U zavisnosti od načina rediskretizacije geometrijskog modela u toku analize, krive na graficima sa Slike 4 mogu imati određene prekide i skokove, koji ne utiču na promenu potrebne sile deformisanja.

Konačno, za zadate preduslove, međuzavisnost geometrijskih karakteristika elementa, procesa obrade i uslovljene relativne deformacije (pravca tečenja materijala), prikazana je na Slici 5. Bilo je moguće pretpostaviti da je pri manjim odnosima du/ds potrebna veća relativna deformacija kako bi materijal počeo da teče ka unutrašnjosti prstena. Suprotan slučaj je kada je odnos du/ds veći. Povećanje koeficijenta trenja utiče tako što je tada potrebno izvršiti manju relativnu deformaciju obratka, da bi došlo do željenog tečenja materijala.

3. ZAKLJUČAK

Numeričke metode kojima se približno, ali sa dovoljnom tačnošću, rešavaju modeli ponašanja inženjerskih sistema imaju značajnu ulogu u savremenom proizvodnom inženjerstvu. Modeliranje procesa, bilo metodom konačnih elemenata, što je bio slučaj u ovom radu, bilo metodom graničnih uslova (konačnih zapremina), omogućava tehnolozima-projektantima da uspešno sagledaju proces pre njegove fizičke implementacije u tehnološki sistem. Multidisciplinarnе analize koje se sprovode iz izvedenih simulacija, omogućavaju i izučavanje dvosmernog uticaja alata i obradaka. Ono što onemogućava masovnu primenu ovakvih analiza, jeste nepostojanje lako dostupnih baza modela karakteristika materijala.



Slika 5: Zavisnost dimenzija obratka i karakteristika procesa od uslovljene relativne deformacije.

4. LITERATURA

- [1] Nikolić, M., N., „Teorija procesa obrade II“, Mašinski fakultet u Beogradu, 1999, ISBN: 86-7083-337-9
- [2] Knoerr, M., Lee, J., Altan, T., “Application of the 2D finite element method to simulation of various forming processes”, Journal of Materials Processing Technology, 33 (1992) 31-55 31, Elsevier
- [3] Xie, L., “Estimation Of Two-dimension Tool Wear Based On Finite Element Method”, PhD dissertation, wbk Institut für Produktionstechnik Universität Karlsruhe (TH), 2003, ISSN 0724-4967
- [4] Satsangi, P., S., et al., “An Elastic-plastic Finite Element Method for Prediction of Stresses and Strains in Powder Metal Forging”, IE(I) Journal, Vol. 84, October, 2003, pp.135-140.
- [5] Mehta, B., V., “Evaluation of MSC.SuperForge for 3D Simulation Streamlined and Shear Extrusion Dies” Ohio University, Athens, Ohio, USA
- [6] SFTC, “DEFORM™-3D documentation”, SFTC coop., 2003.
- [7] Altan, T., „Material Properties and Cold Forging Lubricants“, 2nd Cold and Warm Precision Forging Workshop September 8, 2004, Plymouth, MI, USA.
- [8] Özel, T., “INFLUENCE OF FRICTION MODELS ON FINITE ELEMENT SIMULATIONS OF MACHINING”, Department of Industrial and Systems Engineering, The State University of New Jersey, 2004.

I. Lazarević, Z. Miljković

MODELING OF STEEL RING FORMING PROCESS BY USING SFTC-DEFORM-3D™ SOFTWARE

Abstract

Contemporary methods of design based on computer aided engineering (CAE) are more in use in researches for plastic deformation manufacturing. This enables saving time and money which are some of the advantages in mass application of these methods. The possibility of using already existing geometric (CAD) models of workpieces in CAE packages, shortens considerably the time necessary for realizing the analyses. This paper shows the analysis of forging the steel ring within DEFORM-3D™ software package.

Key word: modeling, forging, simulation, finite element analysis



TRUSSES AND FRAMES ANALYSIS USING THE FINITE ELEMENT METHOD

¹ Gilbert-Rainer GILLICH, ² Iancu TATUCU, ³ Cornelia ANGHEL, ⁴ Marius CORNEAN

***Kurzverfassung:** Elemente der Stahlbauarbeiten sind komplexer Beanspruchungen ausgesetzt. Berechnungen können in verschiedene Arten durchgeführt werden, abhängig von den Modelltyp. Es können kontinuierliche oder diskrete Modelle aber auch die Finite Elemente Methode verwendet werden. Unsere Studenten arbeiten gewöhnlich mit Finite Elemente und mit kontinuierliche Systeme. In der Arbeit wird ein Programm zur Berechnung mit Finite Elemente präsentiert und einige Beispiele mit diese beide Methoden ausgerechnet. Vergleich der beiden Methoden und Kommentare sind im Schluß der Arbeit zu finden.*

1. INTRODUCTION

Structures like trusses are generally used in civil engineering, in works like roof supports, bridges, etc. They are made up of three or more members, with each member designed to carry a tension or compression force. The entire structure in turn acts as a beam. Frames permit also bending and torsion moments.

Design of structures or its components can be made in different ways, depending of the type of model used for this reason (continuous, discrete or with FE). Usually students have to work in this field with continuous systems and using the Finite Element Method. Rarely they have the opportunity to compare the results using both methods and to interpret them.

A FEM package, used by our students, is ANALYSIS for Windows. It is free, small in size yet powerful enough to tackle three dimensional tasks with special focus on a user friendly Windows interface. ANALYSIS for Windows calculates two and three dimensional trusses and frames using the Finite Element Method. The various resulting forces and stresses are visualized for each element (member). A wide variety of interactive graphic shortcuts facilitates entering and modifying data and ensures a smooth working user friendly interface with the focus on flexibility.

In following pages it will be described the work method in ANALYSIS and compared results obtained with this method and the theoretical approach.

2. WORKING WITH ANALYSIS

ANALYSIS for Windows calculates two- and three-dimensional **Trusses** and **Frames**. These structures consist of long slender **Members** that are supposed to behave linear elastic. Before entering a construction, it is to determine whether the structure is a frame or a truss and whether the structure has 2 or 3 dimensions.

Joints, members and all other structure data can be entered with the Menu Structure or interactively, by means of the mouse. Entering the data interactively has the following advantages:

1. The result of each minor change is visualized instantly and can be checked.
2. Selecting **Joint** or **Member** with the mouse is much handier than a search through the corresponding lists.
3. **Support Joints** and **Joint Loads** can be entered together with the corresponding Joint.
4. **Member Loads** can be entered together with the corresponding **Member**.

¹ PhD Gilbert-Rainer GILLICH, Assoc. Professor, "Eftimie Murgu" University of Resita - Romania, tel. +40 255 211056, fax. +40 255 210230, e-mail. rains@uem.ro

² PhD Iancu TATUCU, Assoc. Professor, "Eftimie Murgu" University of Resita - Romania, tel. +40 255 211056, fax. +40 255 210230, e-mail. i.tatucu@uem.ro

³ PhD Cornelia ANGHEL, Ass. Professor, "Eftimie Murgu" University of Resita - Romania, tel. +40 255 210227, fax. +40 255 210230, e-mail. canghel@uem.ro

⁴ Eng. Marius CORNEAN, Activity Foundation Resita - Romania, tel. +40 255 210532, fax. +40 255 210532, e-mail. n.potoceanu@uem.ro

First the *Joint* number and coordinates have to be entered (figure 1).

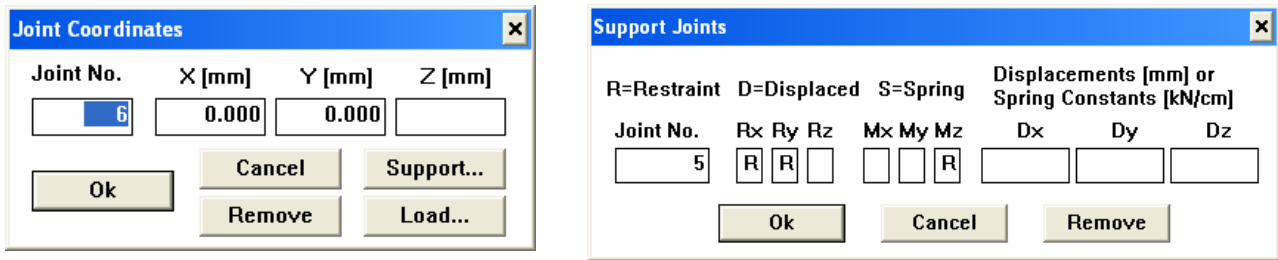
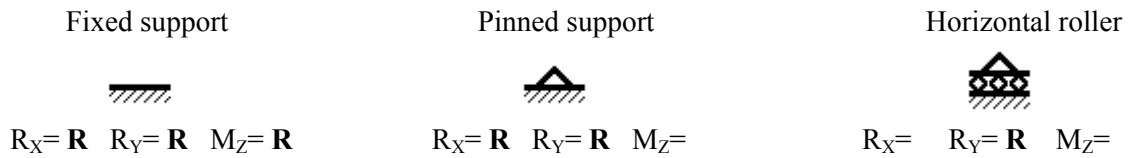


Figure 1 Interfaces for introduction of data regarding the joint coordinates (left) and restrictions (right)

After that, the *Support Joint* is defined by the Joint Number and the restrictions per axis (figure 1). To indicate the Restraints it is used the following agreement:

- blank space - when there is no Restraint in the given direction
- R - any movement is Restrained in the given direction. Displacements will stay zero.
- D - the support experiences a forced Displacement in the given direction.
- S - a Spring supports the joint in the given direction. Dx, Dy or Dz indicate the Spring constant.

The Joints in a two dimensional Frame can only have translation Restraints in the Global X- and Y-direction and a rotation Restraint round the Z-axis. The most used *Support joints* for two dimensional frames and examples of how to complete the form are presented below.



Members can only be entered when the joints are given. It is to indicate the member's number, the beginning and end joints, the material, section, hinges and angel (figure 2). A list of materials including mechanical and physical characteristics and one of sections including cross section data are defined by the program. However, new types of materials or sections can be added to the lists. A Hinge indicates that the member is exclusively subjected to axial forces on the side of the hinge. A *Frame* can contain one or more members that have a hinge on one or both sides. A member which has hinges on both ends is indicated by the symbol **2** in the Member form. If the member has one hinge at the begin joint or the end joint it will be indicated with **B** or **E**. Members which has no hinges are indicated with the symbol **0**. A *Truss* is by definition composed of members with hinges on both sides. Hence hinges can not be defined in case of a truss.

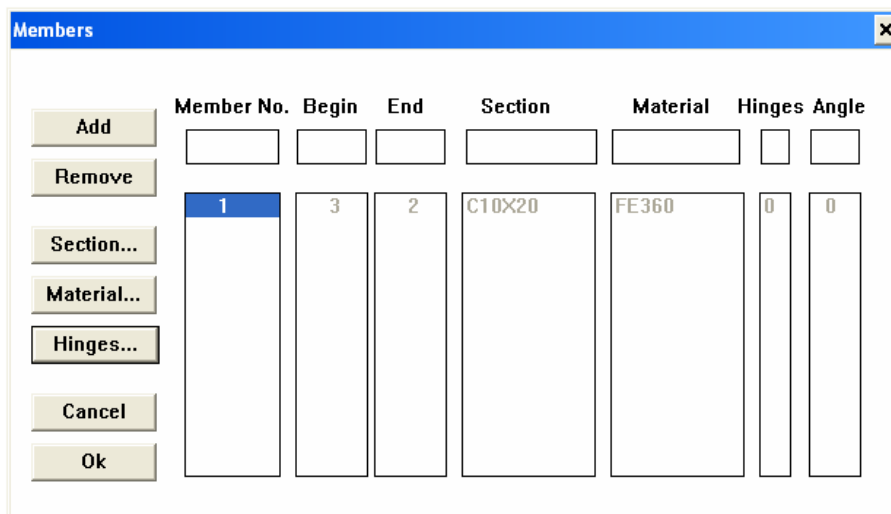


Figure 2 Interfaces for introduction of data regarding the members

Loads can be entered for members or joints. A **Member Load** is defined by the Member Number and the Forces and Moments acting on that member. There are five different basic Types of member loads. For simplicity these five types get an arbitrary Load type number:

1. Point load **F**, at a distance **a** from the begin Joint
2. Moment **M**, at a distance **a** from the start Joint
3. Distributed load **q** along the x-, y- or z-axis
4. Symmetrical trapezoidal distributed load **q** along the x-, y- or z-axis with transition **a**
5. Non symmetrical trapezoidal distributed load that starts with a Load **Q₁** in at a distance **a** from the begin Joint and that is **b** long. Thus the end Load **Q₂** is on a distance **a+b** from the begin Joint.

A **Joint Load** is defined by the Joint Number and the Forces (only point forces) and Moments acting on that Joint (figure 3). Since the members in a truss are connected with hinges, trusses can not have moments as joint loads.

Joint No.	Load case	Forces [kN]			Moments [kNm]		
		Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
4	1	10					5

Fig. 3 Interfaces for introduction of data regarding the joints loads

When the construction is fully described, the program calculates the structure and views the results. The Joint Displacements are shown automatically. Members that fail the requirements for Member Stress or Buckling are indicated in red. The course of Axial Forces, Shear Forces, Torsion, Bending Moments and Deflection can be viewed with the Result Menu option NTM-Forces. All compressed members are tested for Buckling.

3. FEM VERSUS CONTINUOUS SYSTEM

Studying frames analytically and with help of the Finite Elements Method and comparing the results, we can determinate the accuracy of deflection predictions made by the finite element package ANALYSIS and some of his strong points and his deficiencies.

First it will be analysed a simply-supported beam (declared as a **Frame** in ANALYSIS) load by a distributed force using both methods. Entering data for the application: distributed force $q = 3$ [N/mm], beam length $l = 1200$ [mm], elasticity module $E = 2,1 \cdot 10^5$ [N/mm²] and cross section $I_x = 770.030$ [mm⁴]

We can determinate the Deflection analytically using the conjugate beam method. First, for the real beam (figure 4.a), the joint reactions (1) and bending moment (2) are calculated.

$$V_1 = V_2 = \frac{q \cdot l}{2} \quad (1) \qquad M_{\max} = V_1 \cdot \frac{l}{2} - q \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{q \cdot l^2}{8} \quad (2)$$

Then the conjugate beam is load by a share force equivalent with the real bending moment (figure 4.b) The load will be distributed after a second-order polynomial function, with the maximum value $T_{f_{\max}} = M_{\max}$. The total load acting on the inverse beam (3) gives two equal reactions $V_{f_{\max}}$ (4).

$$V_{f_1} + V_{f_2} = \frac{2}{3} \cdot l \cdot \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{q \cdot l^3}{12} \quad (3) \qquad V_{f_1} = V_{f_2} = \frac{q \cdot l^3}{24} \quad (4)$$

This load will produce a maximum moment in the middle of the conjugate beam, determinate with the relation (5).

$$M_{f_{\max}} = V_{f_1} \cdot \frac{l}{2} - \frac{3}{8} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{q \cdot l^3}{16} = \frac{q \cdot l^3}{24} \cdot \frac{l}{2} - \frac{3}{8} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{q \cdot l^3}{16} = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384} \quad (5)$$

The deflection will be:

$$\delta = \frac{M_{f \max}}{E \cdot I_x} = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \quad (6)$$

Using ANALYSIS we get the result 0,501 [mm] and making substitutions in (6) the result will be 0,5009 [mm]. Good approach between results using both methods are obtained for different loads q or beam length l . Studies on other types of frames and trusses using both methods had given also good similitude.

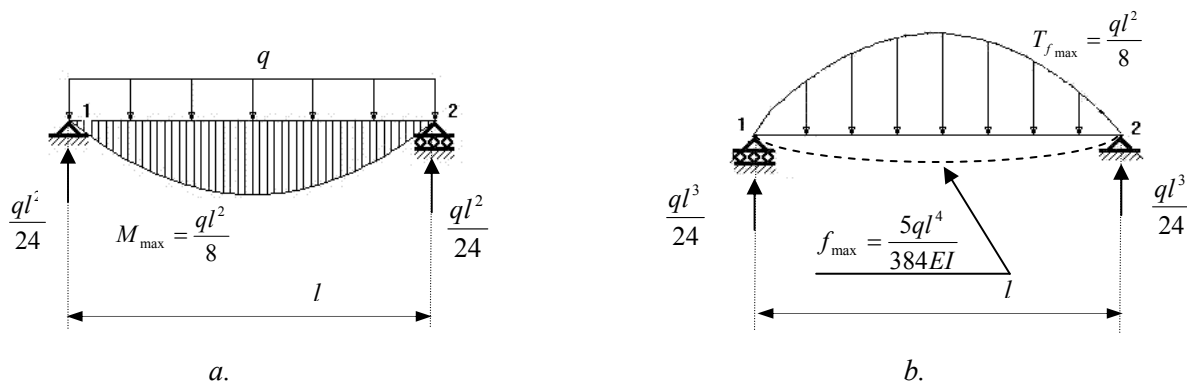


Fig. 4 Deflection in a simple supported beam

4. REMARKS

Considering the expertise working with ANALYSIS and the results (NTM forces and Deflection) obtained analytically and with ANALYSIS, some remarks regarding the handling and precision can be done:

- ANALYSIS for Windows use a friendly interface
- Results obtained with ANALYSIS for Windows and analytically very similar
- Even by a shared point force the shared force's diagram has a transition on the nearest element (figure 5)
- The functions for the NTM forces and Deflection are not given and Rotation cannot be calculated
- The coordinate axes are not the usual for our applications
- The program has no **back** or **undo** option
- It is not possible to change inserted data. It is necessary to remove a joint or member and insert another one, with the new characteristics
- It is impossible to insert data from the defined lists, or to get information about the inserted data

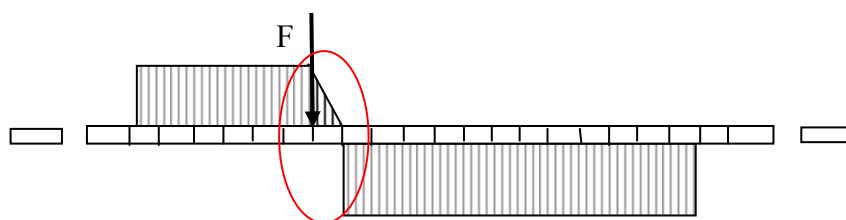


Fig. 5 Transition of the shared force's diagram on the closest element

However, the program is used in training with good results, being relative exact and having suggestive diagrams.

REFERENCE

- [1] **Babeu, T.** – *Teoria elementară a rezistenței materialelor*, Editura MIRTON Timișoara, 1998
- [2] **Bejan, M.** – *Rezistența materialelor*, Editura AGIR București, 2004
- [3] **Gillich, G.R.** – *Dinamica mașinilor • Modelarea sistemelor tehnice*, Editura AGIR București, 2003
- [4] **Hollburg, U.** – *Maschinendynamik*, Oldenburg Verlag München Wien, 2002
- [4] **Ivan, M. a.o.** – *Statica, stabilitatea și dinamica construcțiilor*, Editura Tehnică București, 1997
- [5] **Vladislav, T., Rașa, I.** – *Analiza numerică*, Editura Tehnică București, 1997
- [6] *** – *ANALYSIS for Windows*, Tutorial, Internet site



THE MODELING AND THE SIMULATION OF THE FUNCTIONING OF A MELTING FURNACE BY AN ELECTROMAGNETIC INDUCTION WITH THE FINITE ELEMENT METHOD

¹Draghita IANICI, ²Iancu TATUCU, ¹Sava IANICI, ³Mihaela RADUCA

Abstract: *In order to achieve the simulation of the functioning of the furnace, first, we deduct the numerical model of processes, which take place in this one, using the finite elements method. We define the geometrical model and the one with finite elements. After introducing the material properties, we obtain the time and space distribution of the temperature in the oven. We arrive at conclusions regarding the thermal state of the furnace*

1. INTRODUCTION

Generally, the main process, that takes place in any melting furnace, is the fuse heating, hence, a thermal process.

Melting is done through electromagnetic induction, i.e. heating is due to the thermal effect of the electric currents in the charge, and therefore it is an electromagnetic process.

When considering the melting furnace, two analyses have to be realized: the electromagnetic analysis, which determines the heat that grows in the charge, and a thermal analysis, through which we obtain the thermal field from the charge.

When simulating a process we need a mathematical model, for electromagnetic process and a usual one for thermal process.

In order to obtain the evolution in time of the charge heating, we consider for both processes a transient state.

Considering the electromagnetic processes, the electromagnetic potential model was chosen; its main equation was written as follows:

$$\nabla \times (\nu \nabla \times \bar{A}) + \sigma \frac{\partial \bar{A}}{\partial t} = \bar{J}_s, \quad (1)$$

Where:

\bar{A} is the vector magnetic potential; μ , λ – magnetic permeability, electric conductivity, respectively; \bar{J}_s – the density of the electric current supplied by the source.

The heat developed in time and volume unit, named specific caloric power, is obtained from equation:

$$p = \sigma \left(\frac{\partial \bar{A}}{\partial t} \right)^2, \quad (2)$$

¹ Eng. Draghita IANICI, Assistant., “Eftimie Murgu” University of Resita - Romania, tel. +40 255 210227, fax. +40 255 210230, e-mail. i.tatucu@uem.ro

² PhD Iancu TATUCU, Assoc. Professor, “Eftimie Murgu” University of Resita - Romania, tel. +40 255 211056, fax. +40 255 210230, e-mail. i.tatucu@uem.ro

³ PhD Sava IANICI, Professor, “Eftimie Murgu” University of Resita - Romania, tel. +40 255 211056, fax. +40 255 210230, e-mail. s.ianici@uem.ro

³ Eng. Mihaela RADUCA, Senior Assistant, “Eftimie Murgu” University of Resita - Romania, tel. +40 255 211056, fax. +40 255 210230, e-mail. i.tatucu@uem.ro

For the thermal field, the mathematical model is build of the following equation:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = K \Delta T + p, \quad (3)$$

Where:

T-temperature, mass density, specific heat, respectively, K- thermal conductivity.

It is admitted that the values of the material properties are known, and the vector function, usually, $\vec{J}_s(t,P)$, where P represents the coordinates of a point in the considered field. As a consequence, in equation (1) the only unknown in the vector function, generally, $A(t,P)$, that is obtained by solving this equation. Further on, from equation (2) we determine the field and space distribution of specific calorific power and with its help from equation (3) we obtain the time and space distribution of the thermal field, i.e. scalar function $T(t,P)$.

In the present paper, in order to solve the equation, we use a numerical method, i.e. the finite elements method.

2. GEOMETRICAL AND FINITE ELEMENTS MODELING OF THE FURNACE

The main considered parts of the melting furnace through electromagnetic induction are: charge, induction coil and the thermo-isolating strata.

The induction coil has a cylindrical shape, but generally the other component parts have complicated geometrical shapes. In order to simplify things, it was admitted that these ones as well, have the shape of co-axial cylinders with induction coil. In the same time, because both the electromagnetic field and the thermal present an axial symmetry, they use a bi-dimensional geometrical model (2D) obtained by the sectioning of the plan furnace that passes through the symmetry axes, resulting the model presented in fig.1

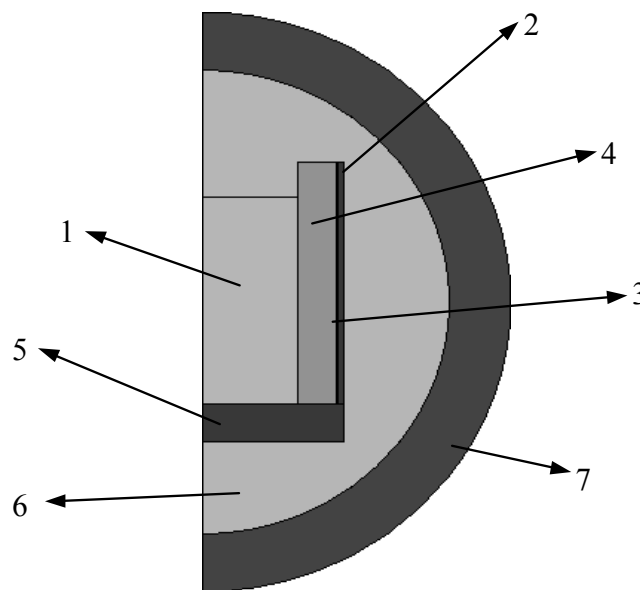


Fig.1 The geometrical model of the furnace

The notes have the following significances: 1-charge, 2-induction coil, 3-thermo-isolating asbestos stratum, 4,5 quartz sand cover.

For the presented equation to have a unique relation, the frontier conditions should be imposed, so that, in the surface points, which border the geometrical model, the components of magnetic potential \vec{A} and temperature T should have certain imposed values. But, generally, these values are not known or just reduced accurately known.

The adopted solution in the paper consists in the use of another two layers disposed around the furnace, having a round shape with a diameter exactly the symmetry axis of the furnace. Fig.1 presents these layers

noted with 6, 7 through which a section of air is modeled around the furnace, respectively, the space up to the infinite. Thus, automatically, frontier conditions are imposed up to the infinite, i.e. in the points on the exterior surface of the area the \bar{A} components have a 0 value, and T has a value equal to the one of the environment, for which the 20°C value was introduced.

Further on, the values of the mentioned material properties were introduced, for each one of the mentioned areas, considering that the charge is made up of steel, the coil of copper, and the thermo-isolating strata of quartz sand asbestos.

In order to make the mesh network, bi-dimensional finite elements were used having the shape of a quadrangle with curved sides, which dispose of 8 nodes. It resulted the finite element model presented in fig.2.

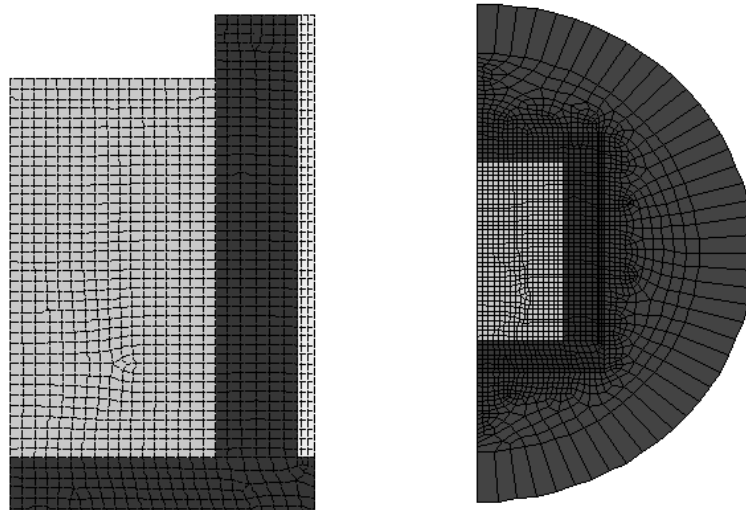


Fig.2 The finite element model

It is noticed that the mesh network has a density large enough to provide a good accuracy of results.

3. ELECTROMAGNETIC ANALYSIS

The final objective of an induction furnace simulation is the determination of the time and space distribution of the thermal field from the charge, which is obtained through the graphic representation of the scalar function $T(t, P)$.

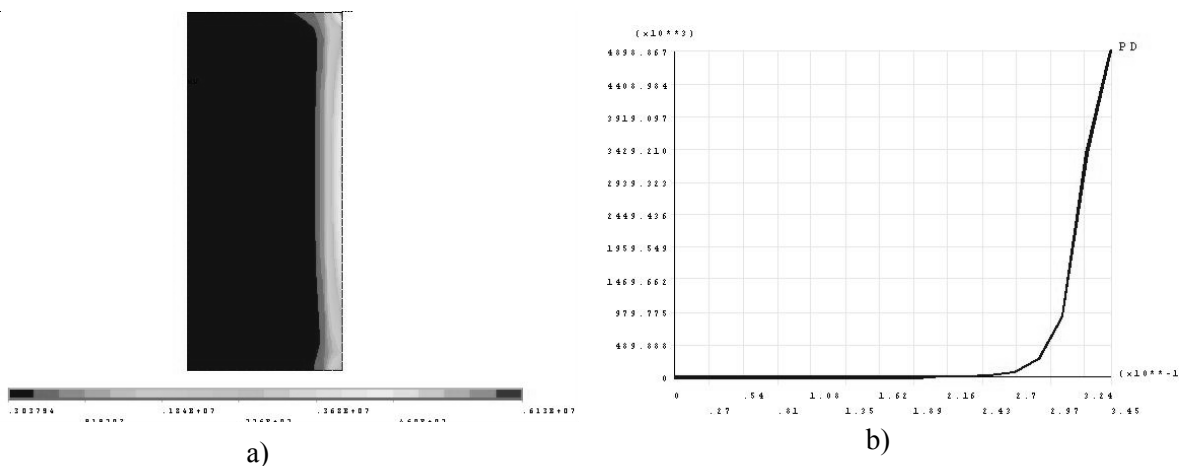


Fig.3. The distribution of specific calorific power: a)-as lines, b)-variation according to distance

This distribution is obtained through a thermal analysis but according to equation (3), beforehand, the time and space distribution of specific calorific power has to be determined, i.e. of the scalar function $p(t, P)$ which results after an electromagnetic analysis. For this reason, electromagnetic analyses joined with a thermal one were realized.

For the electromagnetic analysis a sinusoidal method was considered and the voltage drop was introduced on the induction coil as input measure, for which the amplitude 380.V2 V, the frequency of 50Hz and the initial phase equal to 0 were chosen.

The distribution of the specific calorific power in the charge is presented under the shape of lines in fig.3.a, and its values dependence on the distance along a radial direction, measured from the charged center has the same form as in fig.3.b

It is noticed that due to the upset (pressing) effect of the electric current, the maximum value interfere near the induction coil and diminishes towards the interior of the charge. It is appreciated that the distribution obtained assures the melting of the charge.

4. THERMAL ANALYSIS

By the thermal analysis we want to determine the temperature distribution in the charge, in different moments of the heating process. For this reason, we chose a transient method, for a period of 2,5h, with a 1-minute time process.

Fig 4 presents the distribution of the thermal field in the charge after 0,5h, after 2,5 h respectively.

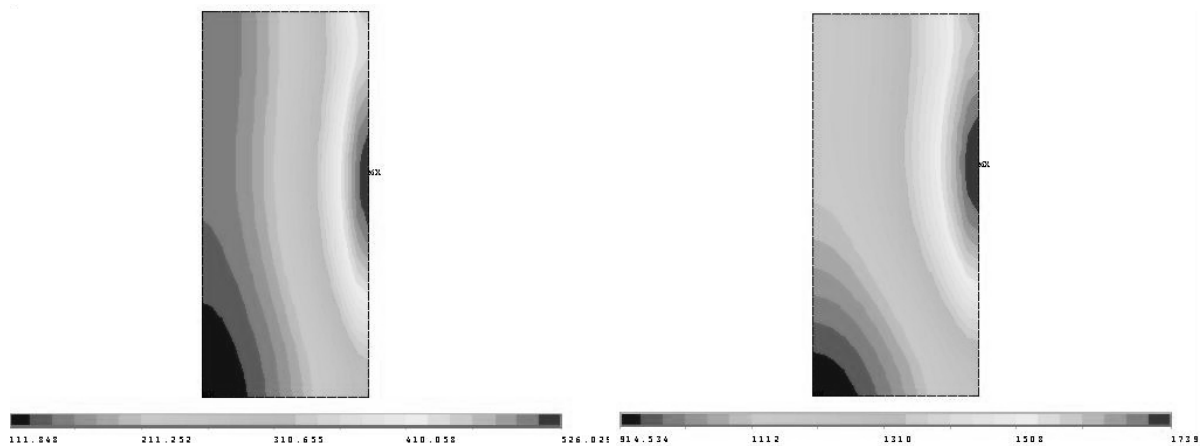


Fig.4 The thermal field distribution: a- after 0,5 h; b- after 2,5 h

It is noticed that, in time, a uniformization of the charge temperature is produced and after 2,5 h a temperature that determines the charge melting is obtained.

5. CONCLUSIONS

The results obtained in the paper offer a clear image of the studied furnace functioning and they can be used to improve its performances.

REFERENCE

- [1] Ioniță, V. – *Analiza numerica a dispozitivelor electromagnetice* – E.Matrix, Bucuresti, 1998.
- [2] Jin, I. – *The Finite Element Method in Electromagnetics* – John Wiley and Sons.Inc, New York, 1993.
- [3] .Leuca, T. – *Simularea numerică a procesului de încălzire prin inducție a semifabricatelor cilindrice* – Bul. științ. al Ins. Pol. Cluj, 30 (1989), ser. Electrotehnica –Energetica – Informatica
- [4] Tatu, I., Gruescu, L. – *The computer aided analysis of the electromagnetic field* – Analele Universității Eftimie Murgu, Resita, an VII, nr.2, Tom I, 2000, ISSN.
- [5] Zienkiewicz, O.C. – *The Finite Element Method* – McGraw-Hill Company, London, 1997



THE STUDY OF THE OPERATION OF AN ELECTRICAL WELDING TRANSFORMER USING THE FINITE ELEMENTS METHOD

¹Iancu TATUCU, ²Gilbert-Rainer GILLICH, ³Mihaela RADUCA, ⁴Draghita IANICI

Abstract: *In the first part of the paper we present the mathematical model used for the study of the electromagnetic processes. Next, we will establish the geometrical model and that with finite elements and we will determine the distribution of the magnetic induction in the field used. We also obtain the variation in time of electrical currents in winding, on whose basis we arrive at some conclusions regarding the optimization of the converter*

1. INTRODUCTION

The plant and device functioning simulation represents an important step /stage in their CAD (Computer Aided Design)

Simulation refers to a process where the device or the designed plant has to participate and consist of the representation under a graphic form of the evolution in space and time of the measures that describe the respective process.

It's obvious that for this we have to dispose of a mathematical model that should describe more exactly the studied process. Taking into account an electric welding transformer, the main process is of electromagnetic nature; the problem of choosing a mathematical model of such a process was issued. As it can be solved easier, the electromagnetic potential model was chosen. Considering on isotropic domain, at least on sections, the main equation of this model is presented such as:

$$\nabla \times (\nu \nabla \times \bar{A}) + \sigma \frac{\partial \bar{A}}{\partial t} = \bar{J}_s, \quad (1)$$

Where:

\bar{A} is the vector magnetic potential from a moment t and a point P , μ , σ are the magnetic permeability, the electric conductivity from P , respectively, and \bar{J}_s is the current density supplied by the transformer supply source.

Considering the known measures τ , μ , σ , the only unknown in equation (1) is the vectorial function $\bar{A}(t, P)$.

The standardization condition is attached to equation (1) so that the obtained solution would be unique. In paper [3] the author shows that this condition that the normal component of A to be null in the points from the field border.

The finite element method was used to solve equation (1).

¹ PhD Iancu TATUCU, Assoc. Professor, "Eftimie Murgu" University of Resita - Romania, tel. +40 255 211056, fax. +40 255 210230, e-mail. i.tatucu@uem.ro

² PhD Gilbert-Rainer GILLICH, Assoc. Professor, "Eftimie Murgu" University of Resita - Romania, tel. +40 255 211056, fax. +40 255 210230, e-mail. rains@uem.ro

³ Eng. Mihaela RADUCA, Senior Assistant, "Eftimie Murgu" University of Resita - Romania, tel. +40 255 211056, fax. +40 255 210230, e-mail. i.tatucu@uem.ro

⁴ Eng. Draghita IANICI, Assistant., "Eftimie Murgu" University of Resita - Romania, tel. +40 255 210227, fax. +40 255 210230, e-mail. i.tatucu@uem.ro

2. THE GEOMETRICAL MODEL. THE FINITE ELEMENT MODEL.

In order to simulate a device or plant we have to know its geometry.

The paper presents the formation of an electric welding transformer. It has a core (kernel) in the columns and the primary winding as well as the secondary one consists of two halves placed on each column.

But, in order to reduce the simulation time and the file dimensions, obtained after the simulation program representation, we consider the fact that there was a simetry of the studied processes towards the median plan of the core (kernel) as well as towards a normal plan on this one that passes through the middle of the ladle shank. This, a $\frac{1}{4}$ reduced geometrical model was used, presented in Fig.1

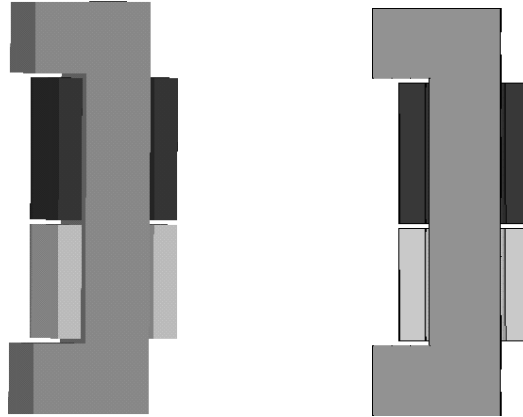


Fig.1 Reduced geometrical model

As it is known, in order to solve a differential equation, frontier conditions must be imposed in the points from the surface that borders the used domain (field).

We consider the fact the core is made up of a ferromagnetic material that has a higher magnetic permeability than the one of the lower air and thus, the longest part of the magnetic field is established (set) in the core.

This would have permitted to improve the condition for the magnetic field lines to be parallel with the exterior surface of the core but thus, the dispersal, that plays a major part in a welding transformer, would have been regulated, resulting major errors.

The solution is to consider 2 sections from the air around the parallelepiped transformer.

For the two core vertical sections the condition was that the magnetic field lines are normal and parallel.

The next stage of the finite element method application consists of dividing the considered field into disjoint sub fields, called nodes. Parallelepipedically shaped finite elements with 20 nodes were used, four in each vertex and one in the middle of each side that can degenerate as a triangular prism. The model Fig. 2 was obtained.

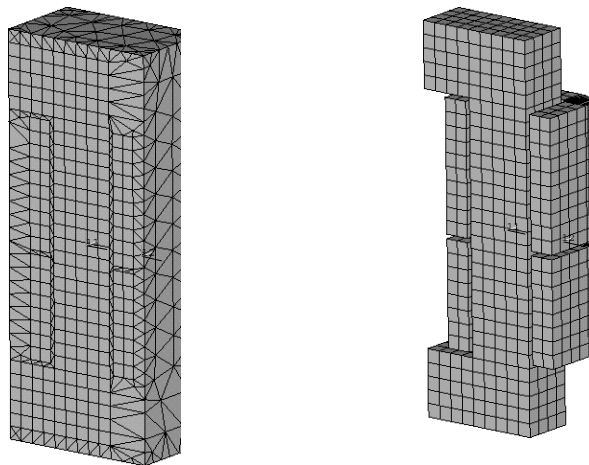


Fig.2 The finite element model

It is observed that for the core and the coil, 2 parallelipipedical finite element controlled network was obtained, but for the free space the finite elements are degenerated. It was considered that the density of the mesh network provides a good accuracy.

3. THE SIMULATION OF THE FUNCTIONING REGIME

For the complete study of functioning, many aspects were taken into consideration but this paper presents only some results obtained for the short circuit functioning.

The following input data were introduced: the supplying voltage, the relative magnetic permeability and the electric resistance.

The values of μ_r and p were defined for the distinct regions: core, windings and free space.

In order to increase the results accuracy, in case of the core, instead of μ_r was used the fundamental magnetizing curve of the material it is made up of, that was introduced through 20 points. In order to define the supplying voltage, an electromagnetic analysis was realized which was joined to one of electrical circuit with concentrated parameters.

The electrical circuit consists of an electromotive force for which two time variation forms were considered:

variation having the form of an electrical voltage having a value equal to the nominal supplying voltage of the transformer $U_n=20V$;

- sinusoidal variation with amplitude equal to U_n and the frequency $f=50$ Hz.

The electric circuit also consist of an electric resistance R and two functioning regime were obtained, giving R the corresponding values.

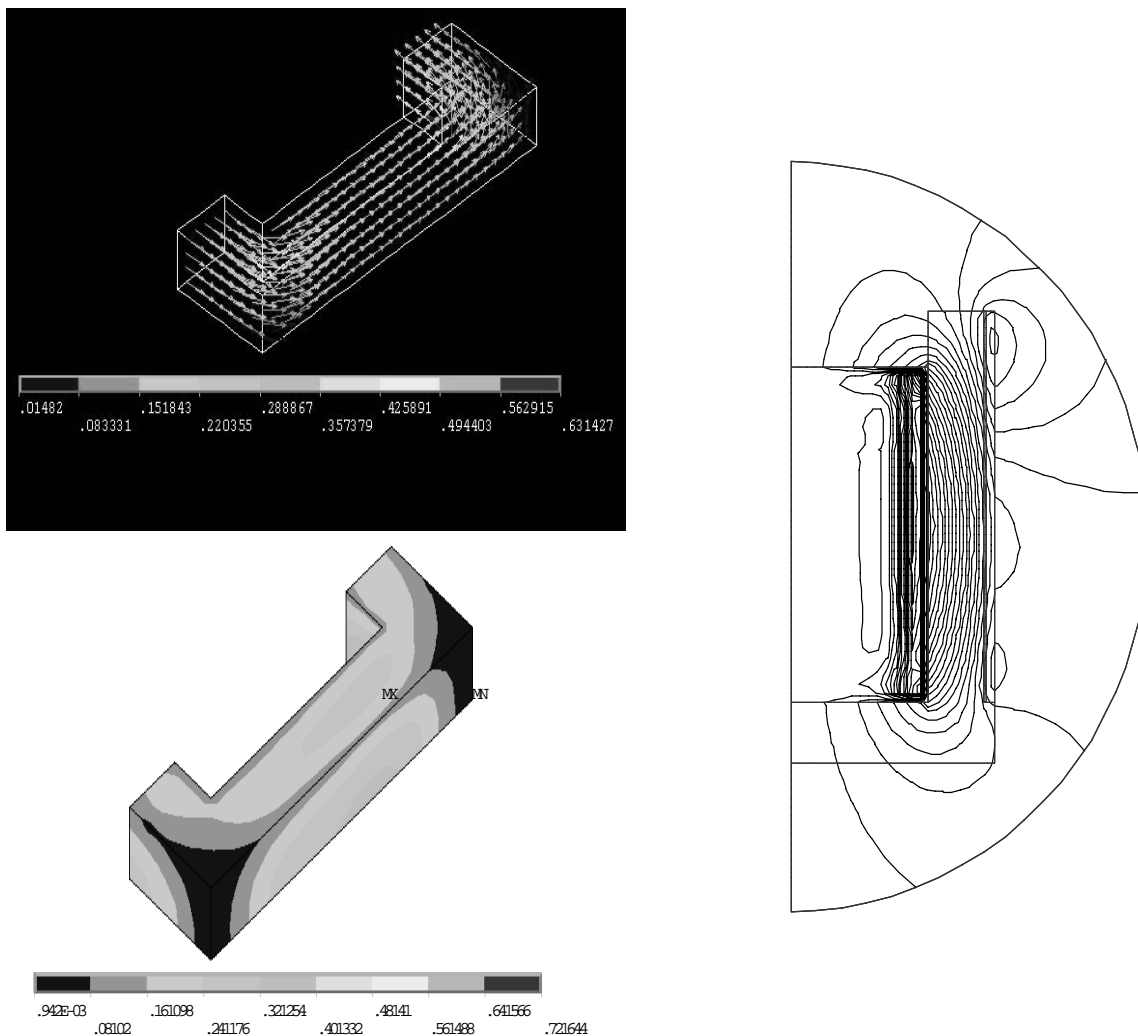


Fig.3 The magnetic induction distribution in the core

For both time variation forms the transient method simulation that interferes in the transformer connection.

The open functioning regime was obtained for $R=100M$, thus resulted the magnetic induction distribution from the core presented in fig.3.

It is noticed that the maximum value of the magnetic induction is of 0,75, which denotes a reduced magnetic application of the core, thus a new design of the transformer is proposed diminishing the number of coiling and the core section.

The time variation of the secondary electric current, for the two forms of time variation is represented in fig.4

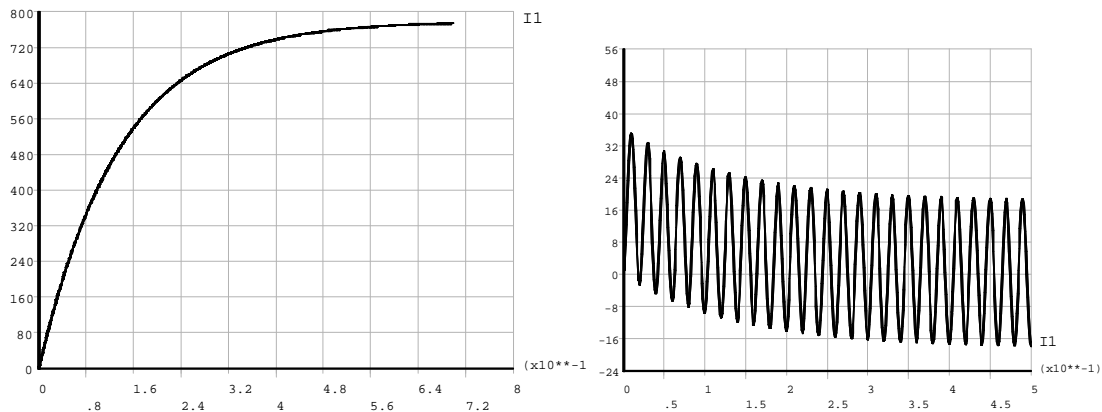


Fig.4 the time variation of secondary current

It is to be noticed that at the end of the transient regime a secondary current close to the one imposed at the design is obtained.

4. CONCLUSIONS

By using the method proposed in the paper we obtain an image on the transformer functioning and based on this we can draw conclusions on its design. Also, the method allows the transformer optimization.

REFERENCE

- [1] **Ionită, V.** – *Analiza numerica a dispozitivelor electromagnetice* – E.Matrix, Bucuresti, 1998.
- [2] **Jin, I.** – *The Finite Element Method in Electromagnetics* – John Wiley and Sons.Inc, New York, 1993.
- [3] **Tatucu, I., Gruescu, L.** – *The computer aided analysis of the electromagnetic field* – Analele Universității Eftimie Murgu, Resita, an VII, nr.2, Tom I, 2000, ISSN.
- [4] **Zienkiewicz, O.C.** – *The Finite Element Method* – McGraw-Hill Company, London, 1997

M. Popović, M. Kalajdžić¹⁾

OPTIMIZACIJA KONSTRUKCIJA PRIMENOM METODE UKLANJANJA MATERIJALA

Rezime

U ovom radu je opisan postupak optimizacije konstrukcija primenom metode uklanjanja materijala (Soft Kill Option – SKO), koja koristi metod konačnih elemenata kao numerički alat. Ova metoda optimizacije se bazira na uklanjanju onih delova početnog masiva konstrukcije, koji u prethodnoj iteraciji nisu imali napon iznad odabrane granice. To se postiže promenom modula elastičnosti u zavisnosti od napona, što dovodi do toga da opterećenije zone postaju tvrđe, a manje opterećene zone mekše. Metod može specijalno biti koristan u određivanju početnog oblika nove konstrukcije. U drugom delu rada su dati primeri optimizacije u modulu programskog paketa NISA, i to konzole koja je razmatrana u ravni i konzole u prostoru.

Ključne reči: optimizacija, optimizacija uklanjanjem materijala, SKO, metod konačnih elemenata, MKE

1. UVOD

Na prvi pogled se čini da je najjednostavnije pitanje kako doći do oblika konstrukcije čija je funkcija poznata. Imajući u vidu sliku 1, u većini slučajeva će ova konstatacija postati noćna mora konstruktora. Kao što je prikazano na slici 1, jedino su poznate spoljašnje mere (dužina, širina, visina), oslonci i složeno radno opterećenje kojem je konstrukcija izložena.



Slika 1. Oblik konstrukcije je teško predvideti; višestruka opterećenja po tipu i mestu dejstva, različiti tipovi oslonaca - kako doći do izgleda nove konstrukcije? [2]

Postavljeni zadatak je oblikovanje konstrukcije, tako da je ona što lakša, a još uvek izdržljiva. Da bi ovo postigli, stvarni izgled konstrukcije će se morati razlikovati od jednostavne forme bloka, sa otvorima i udubljenjima na mestima gde ne deluju opterećenja. Jedino nezgodno razmišljanje je da li otvor može da bude na pogrešnom mestu, ili čak na dobrom mestu, ali da prouzrokuje koncentracije napona, koje će u radu vrlo brzo prouzrokovati lom konstrukcije i veliku štetu mnogo pre isteka planiranog radnog veka. Ovo znači da čak i konvencionalni preliminarni oblik postavlja najviše profesionalne i moralne zahteve pred konstruktora buduće konstrukcije. Metoda uklanjanja materijala (SKO – Soft Kill Option) treba da smanji grešku na minimum, i da po prvi put, u vrlo složenim slučajevima da predlog izgleda konstrukcije koji je već blizak optimalnom [2]

Za proračun i analizu složenijih struktura koriste se numeričke metode kojima pripada i metod konačnih elemenata koji predpostavlja predhodnu idealizaciju strukture na elemente pravilnog geometrijskog oblika - konačne elemente - da bi se uz korišćenje matričnih metoda: preko metoda sila ili metoda pomeraja, krajnji rezultat dobio rešavanjem sistema algebarskih jednačina.

¹⁾ Mr Mihajlo Popović, dipl. maš. inž., prof. dr Milisav Kalajdžić, Katedra za proizvodno mašinstvo, Mašinski fakultet, Beograd, Kraljice Marije 16 (mpopovic@mas.bg.ac.yu, mkalajdzic@mas.bg.ac.yu)

Metod konačnih elemenata je kompjuterski zasnovan postupak koji se može koristiti za analizu struktura i kontinuuma. Glavni cilj metode je proračun pomeraja i napona za zadato opterećenje. Drugi značajan cilj je otkrivanje da li je struktura ili njen deo može izdržati pod dejstvom tih opterećenja. To je mnogostran numerički metod koji se široko koristi za rešavanje problema koji pokrivaju skoro ceo spektar analiza u tehnici. Opšte primene uključuju statičko, dinamičko i termičko ponašanje fizičkih sistema i njihovih komponenti.

2. OPTIMIZACIJA UKLANJANJEM MATERIJALA

Ova metoda optimizacije se bazira na uklanjanju onih delova početnog masiva konstrukcije (slika 1), koji u prethodnoj iteraciji nisu imali napon iznad odabrane granice. Za te delove masiva se računski postavlja da modul bude jako mali, što se smatra ekvivalentom nepostojanja tog dela masiva. Taj postupak se vrši do umirivanja intenziteta uklanjanja nepotrebnih delova masiva i dobija ostatak nalik na rešetku. Materijal može da se ukloni bilo gde u strukturi (osim regiona koji su ranije definisani). Tako, otvori i udubljenja mogu da se formiraju i šire sa strukturom. Ovaj metod optimizacije može specijalno biti koristan u određivanju početnog oblika nove konstrukcije.

Vrši se u ova tri koraka:

- metodom konačnih elemenata, formira se za početni, grubi model, mreža konačnih elemenata sa konstantnim modulom elastičnosti ($E = \text{const.}$) za sve elemente. Početni model se može smanjivati, ali ne i uvećavati u kasnijim koracima, pa prema tome treba birati njegove dimenzije. Nad ovim modelom se izvrši statički proračun sa očekivanim radnim opterećenjem i osloncima, koji će prouzrokovati raspodelu napona u modelu;
- određuju se novi moduli elastičnosti u iteraciji tako što se izjednačavaju sa izračunatim naponima na pripadajućem mestu ($E = \sigma$!), što dovodi do toga da opterećenije zone postaju tvrđe, a manje opterećene zone mekše. Na taj način i materijal postaje nehomogen;
- sa novom, sada nehomogenom strukturom se izvrši novi proračun napona. Naponi u slabo opterećenim zonama, ispod propisane minimalne vrednosti (σ_{ref}) se postavljaju na 0. Ovaj i prethodni korak se ponavljaju sve do trenutka kada više nema promena u obliku konstrukcije.

Ovako dobijenoj konstrukciji, modul elastičnosti se vraća na standardnu, konstantnu početnu vrednost. Nad dobijenim modelom je potrebno izvršiti još nekoliko koraka do konačnog izgleda, što se može postići i metodama Ova metoda, koja je kontrolisana naponom koji se javlja u konstrukciji Na ovakvom modulu su i dalje potrebne neke iteracije

Pored postupka koji je gore opisan, gde je modul elastičnosti kontrolisan naponom, modul elastičnosti možemo kontrolisati i priraštajem napona. Postupak je identičan u prvom koraku. U sledećem koraku se modul elastičnosti određuje prema lokalnom priraštaju napona kao

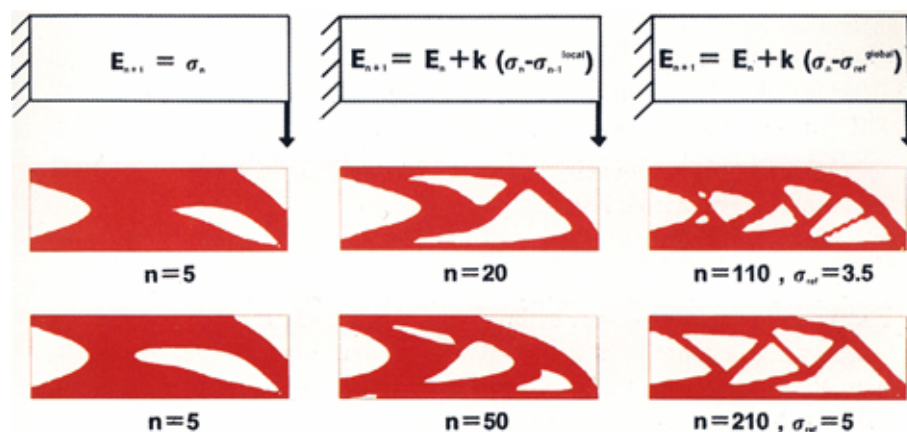
$$E_{n+1} = E_n + \Delta\sigma_n, \quad (1)$$

ili globalnom priraštaju napona kao

$$E_{n+1} = E_n + k(\sigma_n - \sigma_{ref}) \quad (2)$$

Kod metode globalnog priraštaja, priraštaj ne zavisi od veličine dobijene u prethodnoj iteraciji na datom mestu, već od vrednosti koja je ista za ceo model.

Na slici 2 su prikazane varijante ove metode.



Slika 2. Varijante metode optimizacije uklanjanja materijala na primeru konzole koja je opterećena na slobodnom kraju; metod napona (levo), metod lokalnih priraštaja (u sredini) i metod globalnog priraštaja (desno) [2]

3. PRIMERI OPTIMIZACIJE U PROGRAMSKOM OKRUŽENJU NISA

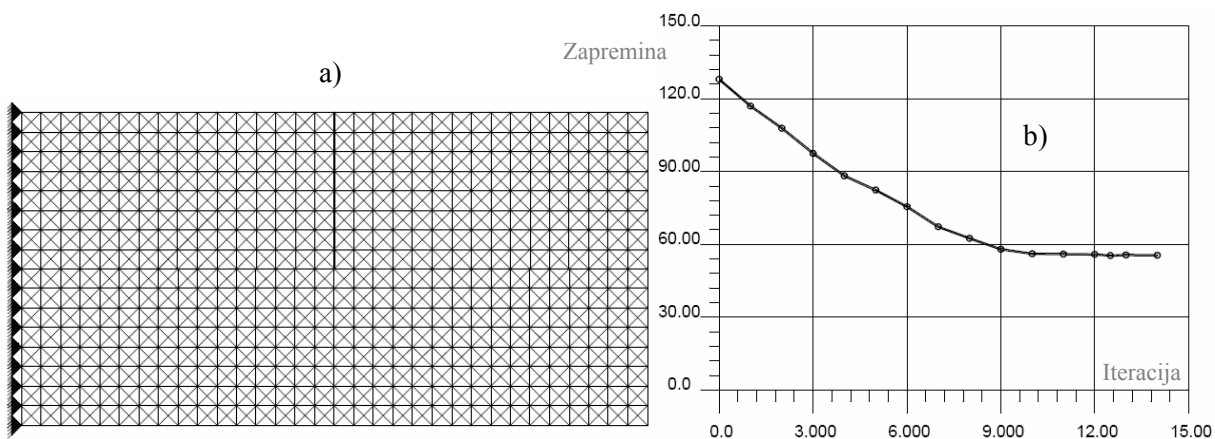
NisaOpt je modul programskog paketa *NISA*, namenjen za optimizaciju konstrukcija na jedan od tri načina: minimizacija zapremine materijala pri nepromenljivoj geometriji, optimizacija oblika konstrukcije (SHAPE) i optimizacija poprečnih preseka greda.

Primeri optimizacije su prikazani za konzolu koja je razmatrana u ravni i konzolu u prostoru.

Na slikama 3 i 6 su prikazani početni, grubi predlozi konstrukcije, definisanim osloncima i opterećenjima, na osnovu kojih su definisani MKE modeli prikazani na slikama 4a i 7a.

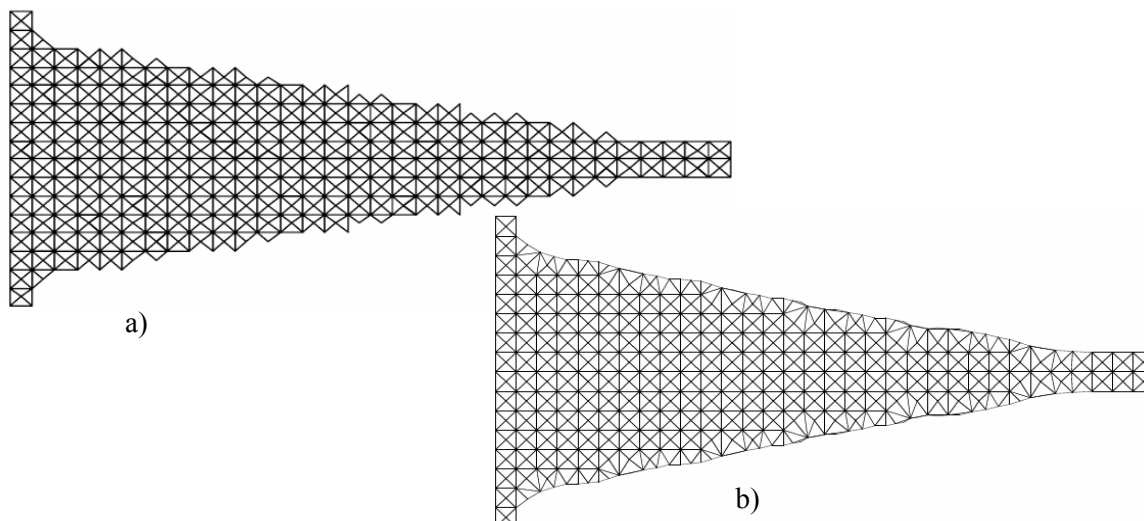


Slika 3. Konzola opterećena sopstvenom težinom i opterećenjem na slobodnom kraju

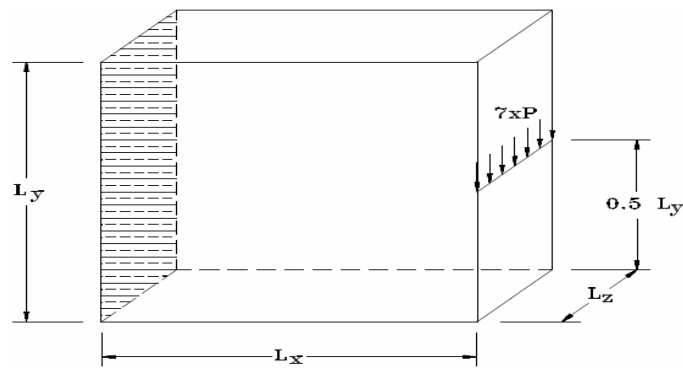


Slika 4. Početni MKE model konzole (levo) i zavisnost zapremine od iteracije (levo)

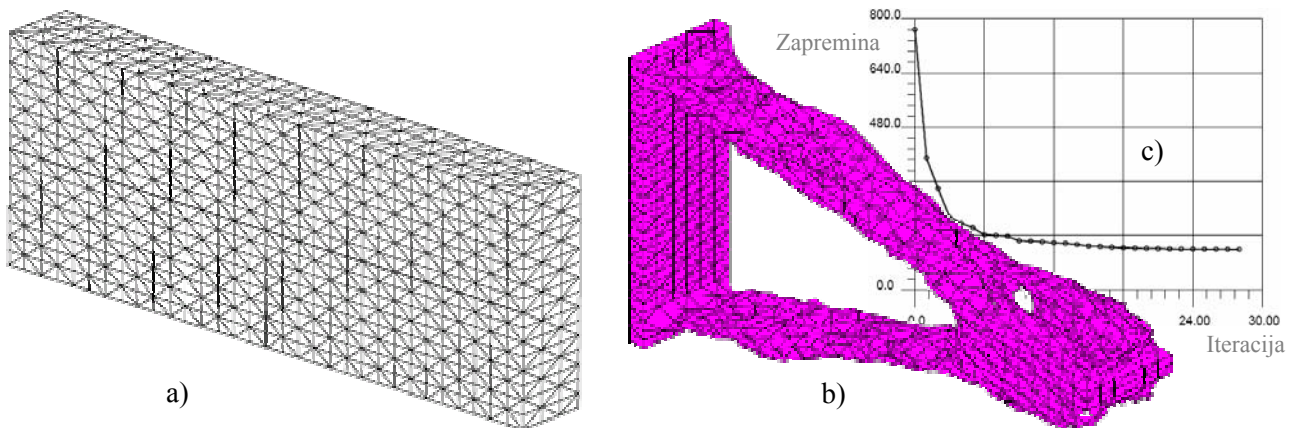
Kao rezultat rada programa na izlazu posle određenog broja iteracija dobijamo laku konstrukciju. Na slikama 4b i 7c se vidi kako su se kretale zapremine modela posle svake iteracije. Finalni oblik konstrukcija je prikazan na slikama 5 i 7b, s tim da je taj oblik (slika 5a) potrebno naknadno doraditi da bi imao glatku kontruru (slika 5b), jer u dobijenom modelu ona zavisi od upotrebljenih konačnih elemenata za formiranje početnog modela. Na slici 7b je prikazan doraden model.



Slika 5. Mreža KE finalnog dizajna



Slika 6. Prostorni model konzole koja je opterećena na slobodnom kraju



Slika 7. Početni (a) i krajnji (b) izgled konzole; vrednost zapremine u iteraciji (c)

4. UMESTO ZAKLJUČKA

- Postavka problema je utvrđena približnim dimenzijama konstrukcije – ograničenju dimenzija, dejstvom spoljašnjih opterećenja i ograničenja.
- Korišćenjem metode konačnih elemenata kao numeričkog alata dolazimo do vrednosti napona, deformacija i pomeraja u konstrukciji.
- Optimizacija uklanjanjem materijala eliminiše zone koje ne nose opterećenje, koje bi samo predstavljale bekoristan teret i tako obezbeđuje dobro optimizovanu laku konstrukciju.
- Koncentracija napona koja se javlja, smanjuje se korišćenjem metoda optimizacije podešavanja oblika, koja za cilj ima ujednačavanje napona u konstrukciji. [2, 5, 6]
- Korišćenjem ovih metoda dolazimo do krajnjeg-optimalnog oblika.

5. LITERATURA

- [1] Spyarakos, C. C., *Finite Element Modeling in Engineering Practice*, West Virginia University Press, Morgantown, WV
- [2] Mattheck, C., *Design in der Natur, der Baum als Lehrmeister*, Rombach, Freiburg, 1997
- [3] Sekulović, M., *Metod konačnih elemenata*, Građevinska knjiga, Beograd, 1988
- [4] Arora, J. S., *Introduction to Optimum Design*, McGraw-Hill Book Company, 1989
- [5] Popović, M., Prilog razvoju metoda projektovanja i optimizacije nosećih struktura presa za fazonsko savijanje limova, Magistarska teza, Beograd, 2001
- [6] Popović, M., Kalajdžić, M., Mogućnosti optimizacije konstrukcija metodom konačnih elemenata, VIII Međunarodna konferencija fleksibilne tehnologije, Zbornik radova, str. 45-46, Novi sad, jun 2003.

M. Popovic, M. Kalajdzic

DESIGN OPTIMIZATION USING SOFT KILL OPTION

V. Aleksić, M. Arsić¹**PROCES OPTIMIZACIJE NOSEĆE STRUKTURE KONTEJNERA***Rezime*

U radu je na primerima teretnog kontejnera i kontejnera za smeštaj telekomunikacione opreme dat pregled procesa optimizacije nosećih struktura tih konstrukcija upotrebom računarskih programa za projektovanje, konstruisanje i proračun vodeći računa o važećim propisima i standardima za tu vrstu opreme.

1. UVOD

Osim teretnih kontejnera čija je upotreba najraširenija, postoje i druge vrste kontejnera slične konstrukcije ali drugačije namene. Upotrebljavaju se u industriji, trgovini, komunikacijama, pri humaniranim akcijama i misijama, za rad i život ljudi ili za smeštaj razne opreme. Dok su teretni kontejneri uglavnom koriste kao mobilni, ovi drugi su, najveći deo radnog veka, stacionirani na jednom mestu, sl.1.1. Transportuju se drumskim, železničkim, vazdušnim, rečnim ili morskim transportnim sredstvima, s tim da se kontejneri za smeštaj ljudi i opreme transportuju prazni i zbog lake konstrukcije zabranjeno je na njih postavljati pune teretne kontejnere.



a) za transport tereta



b) za smeštaj ljudi ili opreme

Slika 1.1 Različita upotreba kontejnera

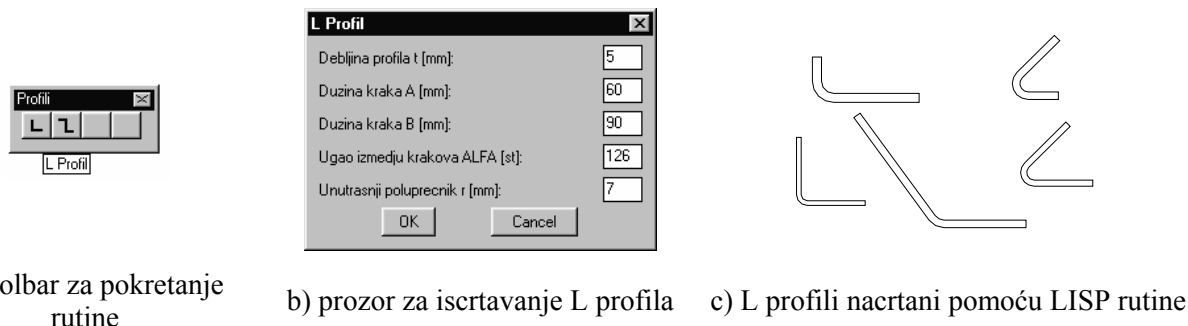
2. PROJEKTOVANJE

Osnovni zahtevi koji rukovode projektovanje, proračun i izradu noseće strukture kontejnera su tehnički uslovi za noseću konstrukciju, standardi JUS ISO 668/97 i JUS ISO 1496-2/97, materijalne podloge sadržane u tehničkom opisu i mogućnost i tehnološka opremljenost proizvođača.

Nosivi elementi strukture kontejnera se izrađuje od metala, najčešće Č.0361 i Č.0561, a sastoje se od profila različitog oblika i ravnih ili profilisanih limova, a za njihovo vezivanje koristi se kombinacija elektrodučnog i elektrootpornog (tačkastog) postupka zavarivanja.

¹ mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik, dr Miodrag Arsić, naučni saradnik,
Institut, za ispitivanje materijala – IMS, Centar za metale i energetiku, Bulevar Vojvode Mišića 43, Beograd.
e-mail: vujadin.aleksic@institutims.co.yu, v_aleksic@hotmail.com, miodrag.arsic@institutims.co.yu

Ovakva struktura konstrukcije omogućava modularni pristup oblikovanja kontejnera, čime se štedi na vremenu potrebnom za izradu konstruktivne dokumentacije. Pošto se konstruktivna dokumentacija uglavnom radi na računaru u programima za crtanje, pojedine radnje pri njenom nastanku su automatizovane "rutinama" za crtanje sastavnih delova konstrukcije. Jedna od rutina je recimo rutina za crtanje preseka profila napravljena u AutoLISP, za rad u AutoCAD okruženju. Služi za parametarsko modeliranje različitih oblika profila, smeštenih u prostoru, na način na koji su sastavni deo kontejnerske konstrukcije, sl.2.1.



Slika 2.1 Primer automatizacije procesa crtanja

Na ovaj način je omogućeno veoma brzo modeliranje 3D konstrukcije, standardnih ili nestandardnih dimenzija, što je osnova za 2D crtanje radioničkih crteža, proračun mase konstrukcije i geometrijskih karakteristika profila čime se obezbeđuju ulazni podaci za proračun čvrstoće metodom konačnih elemenata (MKE).

3. PRORAČUN

Kao polazna osnova za određivanje merodavnih opterećenja služe norme koje se odnose na odgovarajuće teretne kontejnere opšte namene koji spadaju u podkategoriju izotermičkih kontejnera (JUS ISO 1496-2/97). Analizirana opterećenja su opterećenja za standardnu kategoriju, pri čemu se uzimaju u obzir specifičnosti kontejnera. Na osnovu toga se utvrđuje koja od propisanih opterećenja mogu biti merodavna za proračun u posmatranom slučaju.

3.1. Dozvoljene deformacije i naponi

Najveće dozvoljene deformacije su definisane standardom, JUS ISO 1496-2/97, a preračunavaju se za konkretan kontejner, uz stepen sigurnosti $\nu=1.1$. Propisana opterećenja imaju karakter ispitnih. Ona se tretiraju i kao ekvivalentna statička opterećenja.

3.2. Model noseće strukture kontejnera

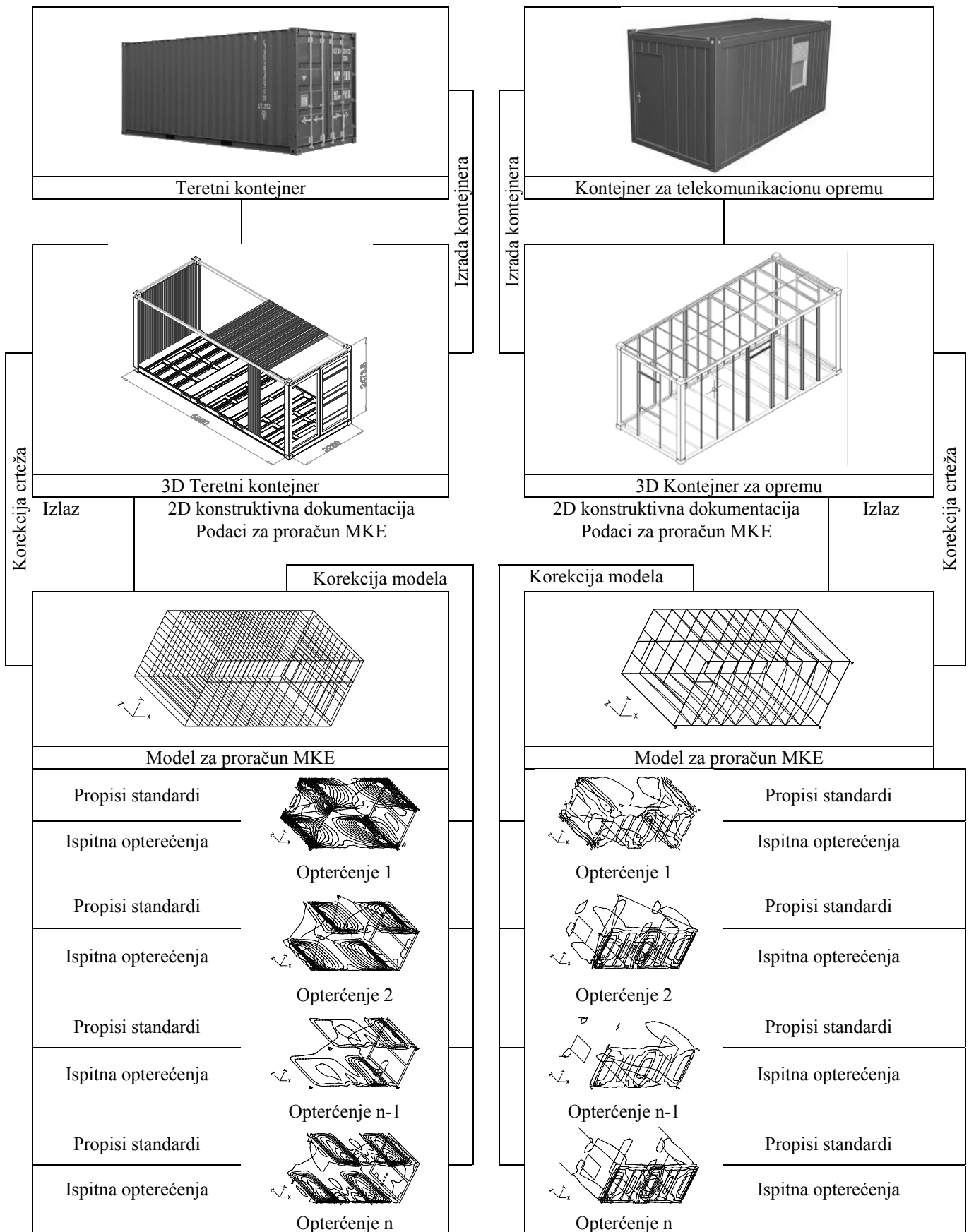
Za pravljenje modela koriste se 3D crteži iz programa za modeliranje. Noseća konstrukcija kontejnera modelirana je za proračun metodom konačnih elemenata (MKE). Kontejner se tretira kao prostorna struktura međusobno povezanih elemenata tipa grede konstantnog poprečnog preseka i četvorougaoih elemenata (tanke ploče).

Celokupna noseća struktura je svedena na: srednju ravan poda, srednju ravan stranica i srednju ravan krova. Svi elementi tipa grede i elementi tipa ploče su svedeni u jednu od navedenih ravni.

3.3. Rezultati proračuna i optimizacija strukture

Za elemente tipa greda i ploča, izračunati su najveći ekvivalentni naponi u određenom preseku adekvatnim programskim modulima za proračun MKE.

Izvršena je analiza deformacija (pomeranje čvornih tačaka) i urađena naponska slika strukture kontejnera za kritične slučajeve opterećenja. Za elemente tipa grede urađena je provera globalne i lokalne stabilnosti profila kod kojih postoje uslovi za nastanak nestabilnosti. Na osnovu rezultata donosen je zaključak o optimizaciji razmatrane strukture. Algoritam optimizacije strukture, u zavisnosti od zahteva za ispitnim opterećenjima prema odgovarajućem standardu, dat je na sl.3.1.



Slika 3.1 Algoritam projektovanja i optimizacije noseće structure kontejnera

4. ZAKLJUČAK

Integriranje propisa, standarda, zahteva kupca, programa za proračun i crtanje omogućuje da se dobije proizvod, u ovom slučaju kontejner, odgovarajućih osobina i kvaliteta. Cilj je da proizvod svojom konstrukcijom pruži maksimalnu sigurnost u eksploataciji, a da pri tome bude što jeftiniji. To se postiže optimizacijom date strukture, smanjenjem mase konterjnera u zavisnosti od namene, a da se pri tome ne naruši integritet, odnosno nosivost konstrukcije i sigurnost kontejnera u eksploataciji..

LITERATURA

- [1] *Standardi: JUS ISO 830/97, 1496-2/97, 668/97, 1161/97 i dr.*
- [2] *PRAVILA O IZRADI KONTENERA*, Jugoslovenski registar brodova, Split, 1978.

PROCESS OPTIMIZE CARRIER STRUCTURE OF CONTAINERS

Summary

In this paper at examples of container for transport and container for telecommunication accessories is given appearance of process optimize carrier structure that constructions by using computer programs for designing, construction and estimate by means of legal act and standards for that equipments.

A. Simonović, S. Stupar, Z. Petrović, M. Dunjić¹

PRORAČUN STRUKTURE KOMPOZITNIH LOPATICA ROTORA

Rezime

Savremene lopatice rotora velikih dimenzija se isključivo izrađuju kao kompozitne strukture. Prednost kompozitnih konstrukcija ovog tipa u odnosu na metalne su višestruke. Kompleksnost analize kompozitnih struktura složene geometrije zahteva upotrebu računara. Standardima EN 61400 propisani su slučajevi opterećenja za koje se lopatice vetrogeneratora proverava. Lopatice se projektuju tako da izdrže ova opterećenja.

1. UVOD

Savremeni rotori vetrogeneratora namenjenih ekonomski isplativoj eksploataciji energije vetra su gotovo isključivo kompozitne strukture. Količina energije koja se može preuzeti od ukupne kinetičke energije vetra je definisana Betz-ovim zakonom dok preostali gubici nastaju zbog nesavršenosti konstrukcije. Snaga vetrogeneratora:

$$P = \frac{1}{2} \rho R^2 \pi V^3 C_d$$

ρ - gustina vazduha, R - poluprečnik rotora V - brzina vetra C_d - koef. korisnog dejstva

pored brzine vetra zavisi i od prečnika ali i od koeficijenta korisnog dejstva. Da bi se vetrogeneratorom proizvelo što više električne energije potrebno je povećati koeficijent iskorišćenja same instalacije vetrogeneratora u kojoj rotor predstavlja jedan od najvažnijih segmenata ali i izvesti konstrukciju rotora što većeg prečnika. Proizvođači lopatica rotora danas proizvode rotore prečnika i preko 120m (slika 1). Dimenzije, potreba za niskom proizvodnom cenom i visokom geometrijskom tačnošću, radni vek od 20 god.,



Slika 1. $D=120m$ $P=4.5MW$

veliki međuintervali tekućeg održavanja, izraženo opterećenje na zamor i ostali eksploatacioni uslovi, predstavljaju neke od ograničavajućih faktora sa kojima se konstruktor susreće pri odabiru materijala i strukture ovakvih konstrukcija odnosno utiču da strukture lopatice rotora vetrogeneratora srednjih i velikih snaga budu kompozitne.

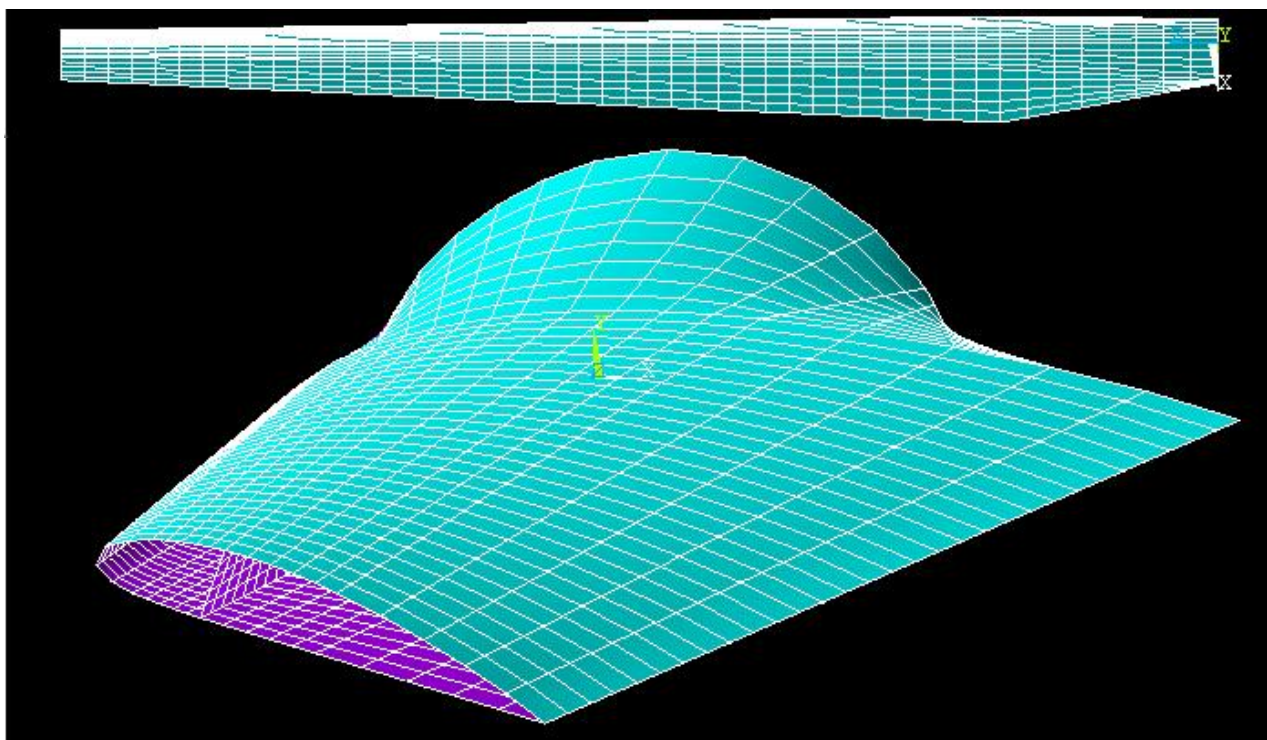
Karakteristike vetra kod nas nameću potrebu za rotorima vetrogeneratora većih prečnika u odnosu na rotore odgovarajućih instalacija vetrogeneratora na lokacijama sa bogatijim resursom vetra. Dimenzije lopatice utiču na njenu cenu a samim tim i na ekonomsku opravdanost instalisanja vetrogeneratora na određenoj lokaciji. Na ekonomsku opravdanost ugradnje lopatice odnosno na smanjenje cene utiče i optimizacija njene strukture koja opet mora zadovoljiti uslove postavljene standardima EN 61400.

¹ asis. prip. mr Aleksandar Simonović dipl. maš. inž., Mašinski fakultet Beograd, asimonovic@mas.bg.ac.yu,
prof. dr Slobodan Stupar dipl. maš. inž., Mašinski fakultet Beograd, sstupar@mas.bg.ac.yu
prof. dr. Zlatko Petrović, dipl. maš. inž., Mašinski fakultet Beograd, zpetrovic@mas.bg.ac.yu
doc. dr. Momčilo Dunjić, dipl. maš. inž., Mašinski fakultet Beograd, mdunjic@mas.bg.ac.yu

2. PRORAČUN STRUKTURE

Proračun ovakvih kompozitnih struktura je specifičan i razlikuje se od proračuna struktura ovog tipa izradjenih od izotropnih materijala. Slaganjem različito orjentisanih ortotropnih slojeva dobija se kompozitna struktura čije se elastične i druge osobine kao i ponašanje pod opterećenjem u velikoj meri razlikuju od struktura, izradjenih od izotropnih materijala, istog geometrijskog oblika. Proračun kompozitnih komponenti i najjednostavnije geometrije je nepraktičan bez primene računara.. Projektovanje kompozitnih struktura otvara širi spektar mogućnosti konstruktoru da prilagodi komponentu opterećenju jer je kod kompozita to moguće uraditi ne samo definisanjem oblika i odabirom materijala konstrukcije i komponenti već i redosledom slaganja slojeva u kompozitnu strukturu koje u velikoj meri utiče na ponašanje strukture pri opterećenju.

Kompozitna struktura lopatice vetrogeneratora se sastoji od napadne ivice ramenjače sa pojasevima ramenjače i izlazne ivice. Broj slojeva staklo/epoksi u svakom od ovih delova konstrukcije opada od korena ka vrhu. Tankozidna kompozitna struktura lopatica vetrogeneratora dužine 4.4m profilisane aeroprofilima serije NACA 4412 sa tetivom u korenom delu od 0.4m i na kraju lopatice 0.2m diskretizovana je pomoću 2160 konačnih elemenata i 6473 čvorova kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Diskretizovani model lopatice

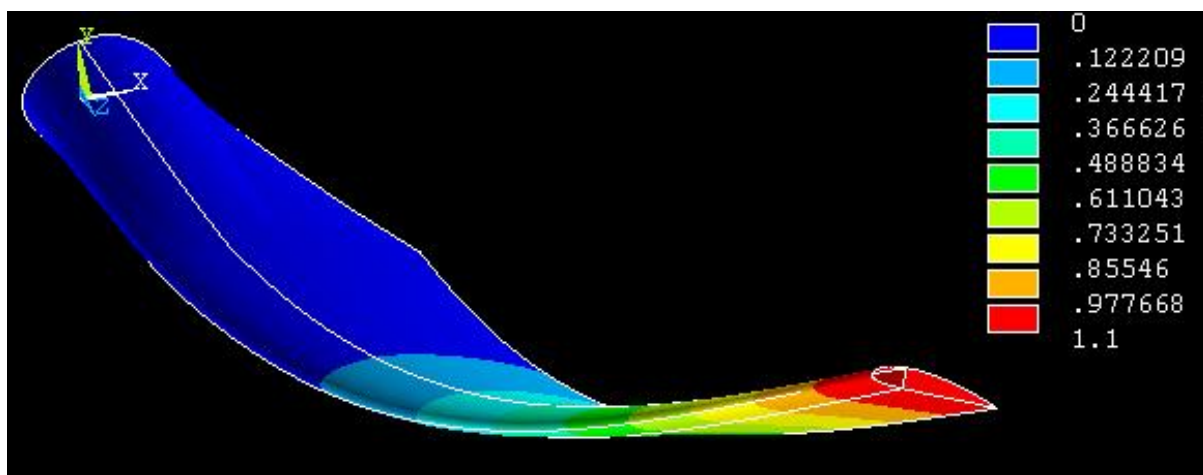
Imajući u vidu dimenzije ovih lopatica kao i deformacije koje se javljaju pod propisanim opterećenjima u standardima EN 61400 neophodno je izvršiti nelinearni proračun. Jedan od slučajeva opterećenja propisan ovim standardima je i ekstremno opterećenje vetrom. Ovo slučaj opterećenja podrazumeva intenzitet brzine vetra ekvivalentan maksimalnoj brzini vetra koja se može javiti na nekoj lokaciji (propisana domaćim standardima za pojedine oblasti) pri čemu se rotor vetrogeneratora ne obrće već je parkiran - ukočen sigurnosnom kočnicom.

Pri ovako zadatom opterećenju za lokacije sa najvećim brzinama vetra u našoj zemlji i ovako modeliranoj konstrukciji, sračunata deformacija lopatice je prikazana na slici 3. Maksimalno pomeranje je na vrhu i iznosi 1.1 m. Kod kompozitnih struktura je takodje važno da se sračunaju i međjulaminarni naponi koji, ukoliko predju odredjenu vrednost, mogu da dovedu do delaminacije slojeva odnosno do njihovog razdvajanja što utiče na nosivost konstrukcije. Ekstremne vrednosti međjulaminarni napon se obično javljaju na ivicama konstrukcije. Sračunati međjulaminarni naponi u ovom slučaju su prikazani na slici 4. i nalaze se ispod dozvoljenih vrednosti za usvojeni materijal.

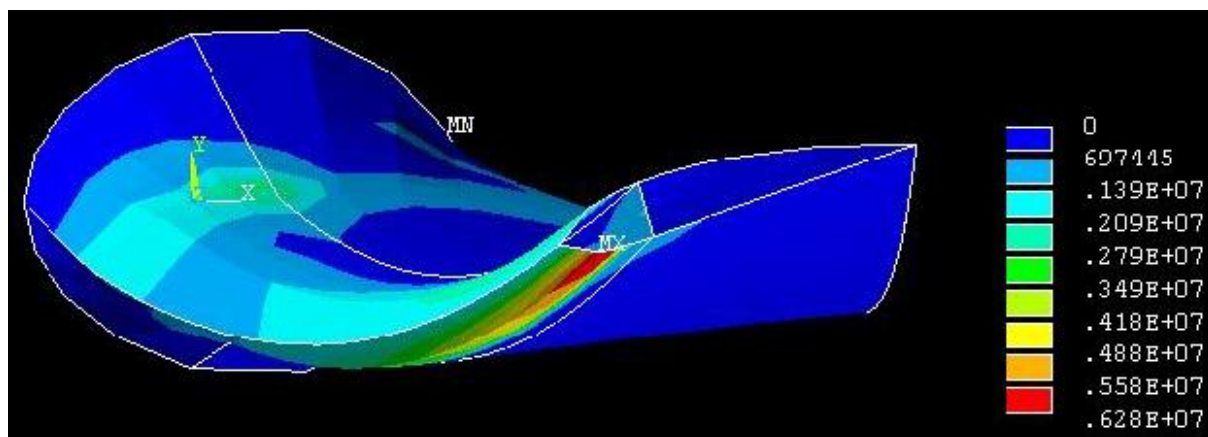
Naponi unutar strukture ne prelaze dozvoljene vrednosti, ali kao kriterijum loma je usvojen Tsai-Wu kriteriju definisan sa:

$$a_{11}\sigma_1^2 + 2a_{12}\sigma_1\sigma_2 + a_{22}\sigma_2^2 + a_{66}\tau_{12}^2 + b_1\sigma_1 + b_2\sigma_2 = 1$$

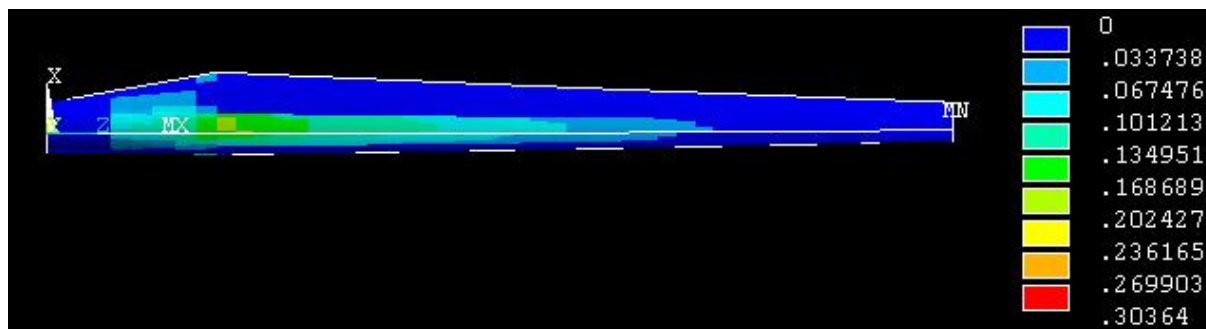
Pri čemu su rezultati ovog kriterijuma prikazani na slici 5. za koeficijente sračunate na osnovu čvrstoće materijala [1].



Slika 3. Deformacija lopatice



Slika 4. Međjulaminarni naponi u strukturi lopatice



Slika 5. Tsai-Wu kriterijum u strukturi lopatice

3. ZAKLJUČAK

Brojne prednosti kompozitnih materijala u odnosu na metale utiču na činjenicu da su lopatice vetrogeneratora kompozitne strukture. Složenost ovih konstrukcija uzrokuje potrebu za složenijim proračunima koji se ne mogu izvršiti bez računara ali i otvara mogućnosti optimizacije ovakvih struktura, odnosno prilagodjavanje ovih struktura uslovima eksploatacije. Proračun prikazan ovde je pokazao da su zadovoljeni uslovi čvrstoće za ovaj slučaj opterećenja. Kao što je pokazano i za ostale uslove tražene u standardu. Dalji koraci ukazuju na moguće modifikacije kao i optimizacije i pravljenje sedvič konstrukcije pri korenom delu lopatice da bi se ostvarila dalje smanjenje cene lopatice i poboljšanja strukturnih karakteristika lopatice.

4. LITERATURA

- [1] S.Stupar, Simonović A. i ostali, Razvoj vetrogeneratora srednje snage – elaborat, Mašinski Fakultet Beograd februar 2005.
- [2] Simonović A. Proračun čvrstoće kompozitnih lopatica savremenim softverskim alatima, magistarski rad, Mašinski fakultet Beograd, Februar 2004.
- [3] Principles of CAD/CAM/CAE Systems, Kunwoo Lee, Seul National University, 1999.
- [4] Comparative Evaluation of Failure Analysis for Composite Laminates, Sun, C.T., Quinn, B.J., Tao,J. Oplinger, D.W. , DOT/FAA/AR-95/109,1996
- [5] Composite Materials Handbook, M.M. Schwartz, McGraw-Hill Book Company 1984.
- [6] Механика разрушения композиционных материалов, Фудзии Т., Дзакo М., Мир 1982.
- [7] Handbook of Composites,George Lubin,Van Nostrand Reinhold Company, New York 1982.
- [8] Mechanics of Composite Materials, Jones, R.M. Scripta Book Company, 1975

Aleksandar Simonović, Slobodan Stupar, Zlatko Petrović, Momčilo Dunjić

COMPOSITE ROTOR BLADES STRUCTURE CALCULATION

Summary

Large modern rotor blades are made of composite materials. Advantages of these type composite structures to metal components are big. Usage of computers is necessary due to the complexity of analysis of composite structures. With EN 61400 standards, load cases, that blade must withstand are defined. Blades are designed according to these load cases.



PARAMETARSKI PRISTUP MODELIRANJA PROCESA UZASTOPNOG IZVLAČENJA

Srđan Mladenović¹ dipl.maš.ing., mr Saša Randelović² dipl.maš.ing., mr Peđa Milosavljević³ dipl.maš.ing.

Rezime

U radu se analizira parametarski pristup tehnologije izrade dela i projektovanja alata za uzastopno izvlačenje. Postupci obrade lima, kada se odvijaju u više ravni, podrazumevaju skuplju tehnologiju. Iz tih razloga bilo kakvo rešenje koje podrazumeva uzastopna tehnološka rešenja doprinose velikim uštedama. U takvim slučajevima konstruktivna rešenja alata moraju biti sagledana na poseban način. Parametarski pristup predstavlja jedan od najefikasnijih načina za uštedu kako vremensku tako i materijalnu. Za konstruisanje dela i alata korošćen je program SolidWorks.

1. UVOD

Sam proces dubokog izvlačenja je do sada nebrojano puta bio tema mnogih radova i istraživanja, ali i danas postoje velike mogućnosti poboljšanja i usavršavanja procesa dubokog izvlačenja. Pre svega otkrivanjem novih materijala, kao i novih softverskih alata danas je moguće mnogo brže doći do rešenja, a ujedno i delove napraviti kvalitetnije, bolje, funkcionalnije.

Zbog toga je neminovno koristiti nove alate za projektovanje. Nekada skromne mogućnosti hardvera i softvera su danas dostigle nivo impozantnog ubrzanja rada i višestrukog skraćenja perioda od ideje do realizacije. CAD programi su danas dostigli nivo za ozbiljniju primenu uključujući pri tom, kao sastavni deo softverskog rešenja i niz proračuna koji su u svakom slučaju značajni deo bilo kog projekta. Glavni cilj inženjera je da pomoću odgovarajućeg programa obezbedi proizvodnju visokokvalitetnih delova sa funkcionalnim zahtevima, uz minimalno mogući trošak i uz minimalno potrebno vreme. Velika ušteda u vremenu se postiže kada se uvede parametarski pristup prilikom projektovanja složenih alata.

Solid Works je softver za automatizovano projektovanje mehaničkih delova i alata, koji radi u Windows okruženju. Ovaj softver omogućuje projektantima efikasno modečiranje što obuhvata skiciranje svojih ideja, eksperimentisanje sa raznim oblicima i dimenzijama kao i izradu detaljnih radioničkih crteža.

2. SPECIFIČNOSTI IZVLAČENJA IZ TRAKE

Za proces izvlačenja iz trake karakteristična je izrada veoma malih delova koje imaju zatvoreno dno i koje nije moguće dobiti drugim konvencionalnim metodama. Postoje dva tehnološki različita načina direktnog izvlačenja iz trake, a samim tim i dva konstruktivna izvođenja trake.

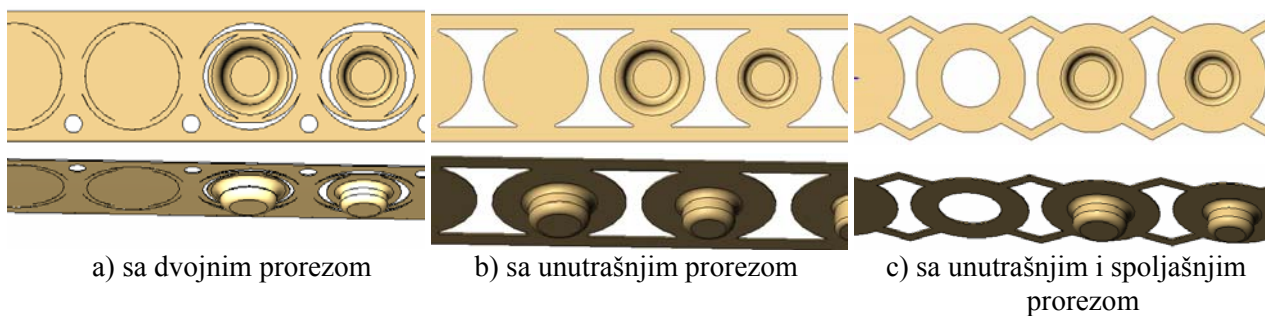
Prvi je izvlačenje iz cele trake i on se odvija u uslovima znatnog stepena istezanja materijala u prvoj operaciji izvlačenja i postepenog smanjenja ovog stepena na sledećim operacijama izvlačenja. Zbog toga se traka deformiše i na izlazu iz alata i ima talasastu ivicu. Širina trake se kod ovog izvlačenja smanjuje do 17%, a dužina se skraćuje 10% do 25%.

Daleko bolje uslove izvlačenja pruža traka sa predhodno izrađenim prorezima (slika 1). Ova metoda se primenjuje za izradu komada relativno manje debljine, sa većim prečnikom venca. Iako je otpadak materijala veći nego kod izvlačenja iz cele trake, ovako pripremljena traka je daleko povoljnija za obradu izvlačenjem, kako rotaciono simetričnih komada cilindričnog i sferičnog oblika, tako i za izvlačenje nerotacionih komada (kvadratnog i pravougaonog preseka), te raznih tela složenih profila. Dužina trake u ovom slučaju ostaje praktično nepromenjena. Ovaj proces se malo razlikuje od običnog izvlačenja, jer je traka vezana sa komadom samo preko uskog mosta i rubova, tako da vrši funkciju transporta komada.

¹ Srđan Mladenović, Mašinski fakultet, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, 018/500-702, maki@masfak.ni.ac.yu

² Saša Randelović, Mašinski fakultet, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, sassa@masfak.ni.ac.yu

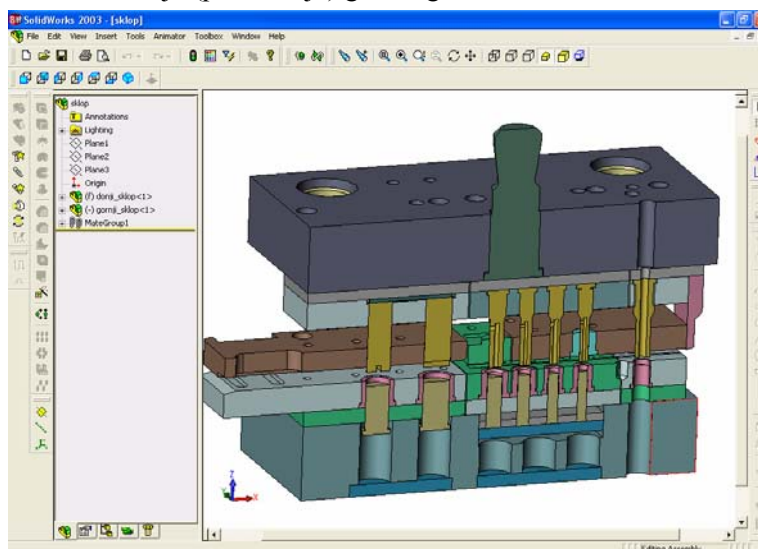
³ Peđa Milosavljević, Mašinski fakultet, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, peđa@masfak.ni.ac.yu



Slika 1 Konstrukciona rešenja prorezne trake

2.1. Konstrukciono izvođenje alata

Uopšte, prema broju operacija, koji se mogu izvesti pomoću jednog alata, razlikujemo jednooperacijske (proste) i višeoperacijske alate. Pomoću jednooperacijskih alata željeni oblik dela se formira u toku više operacija, pri čemu svakoj operaciji odgovara poseban alat (slične konstrukcije, ali sa drugim dimenzijama radnih elemenata alata). Pomoću višeoperacijskih alata za izvlačenje jednim alatom se izrađuje određeni deo u toku više operacija, pri čemu se pojedine operacije izvode uzastopno jedna za drugom. Zbog ovoga se ovi alati nazivaju alati za uzastopno izvlačenje. Pošto se obično u ovom slučaju kao pripremak koristi trakasti materijal, potrebno je u istom alatu izvoditi i druge operacije i zbog toga se oni nazivaju i kombinovanim alati. U odnosu na pravac određivanja operacija i potreban broj hodova prese za izradu dela razlikujemo dve konstrukcije ovih alata: alati kod kojih su operacije objedinjene u horizontalnom pravcu, alati sa objedinjenim operacijama u vertikalnom pravcu, kao i kombinacija ova dva načina. Kod višeoperacionih alata prve grupe, koji služe za izvođenje prosecanja i izvlačenja, operacija prosecanja se može izvoditi po završetku izvlačenja, a međuoperacijsko pomeranje se ostvaruje pomeranjem trake ili se najpre izvodi prosecanje, a međuoperacijsko pomeranje priprema se ostvaruje pomoću specijalnih uređaja. Faze izrade dela ovim alatom sastoji se iz sledećih operacija: operacija 1 i 2 – zasecanje, operacija 3 do 6 – izvlačenje i operacija 7 - obrazovanje (prosecanje) gotovog komada.



Slika 3 Alat za izvlačenje komada iz trake

U ovom radu se koristi kombinovani alat koji ima više operacija, kao što je probijanje, zasecanje, izvlačenje i prosecanje. Kompletan alat je modeliran direktno u 3D, programom SolidWorks (slika 3). Do konstruktivnog rešenja ovakvog alata, ranije se dolazilo klasičnim putem, odnosno direktno je rešenje zavisilo od znanja i iskustva konstruktora alata.

Radi uprošćavanja projektovanja za jednu grupu alata, napravljen je program u kome se proračunava tehnologija izrade dela i svi prateći parametri bitni za konstrukciju alata. Program je urađen u Visual Basic-u tj. izvršeno je API funkcija Solid Works-a sa programskim jezikom Visual Basic, koji će kasnije biti opisan u ovom radu.

Osnovne pozicije ovog alata su: izvlačač, prstenovi za izvlačenje, probojac, prstenovi za probijanje, presekač, prsten za prosecanje, gornji skidač, opruga skidača, donji skidač, itd. Veliki broj delova ovog alata se može koristiti sa eventualnim malim modifikacijama i za bilo koji drugi alat za izvlačenje ili prosecanje i probijanje.

3. PROGRAM ZA PRORAČUN PARAMETARA KOD IZVLAČENJA IZ TRAKE

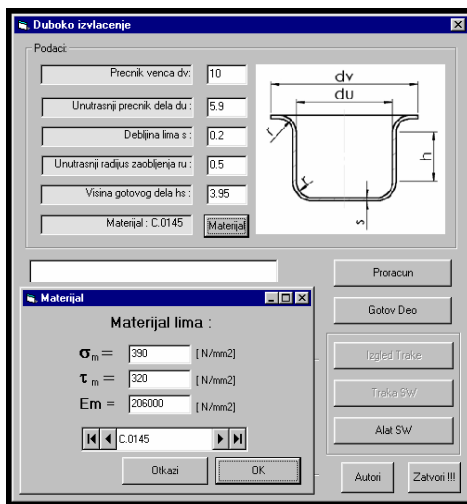
Program za proračun parametara urađen je na bazi teorijskih osnova izvlačenja iz trake. Služi za određivanje tehnologije izrade dela, odnosno za proračun broja operacija izvlačenja i dimenzija dela po operacijama. Program takođe izračunava i usvaja sve bitne dimenzije alata, i određuje sile po operacijama i sračunava potrebnu silu za kombinovani alat. On sadrži celokupni matematički model za izradu delova izvlačenjem iz trake, koji se kao i proces izvlačenja iz trake sastoji iz više operacija:

1. Probijanje (dimenzije probojca i prstena za probijanje, sila probijanja, sila proterivanja, moment inercije probojca i vrši se provera probojca na pritisak),
2. Zasecanje (dimenzije dva zasekača i prstena za zasecanje, sila zasecanja i vrši se provera zasekača na pritisak),
3. Izvlačenje (potreban broj operacija, koeficijenti izvlačenja, usvajaju se dimenzije svih izvlačača i prstena za izvlačenje, ukoliko ima više operacija izvlačenja, sile izvlačenja i deformacioni radovi),
4. Peglanje (sila peglanja) i
5. Prosecanje (dimenzije prosekača i prstena za prosecanje, kao i sila prosecanja).

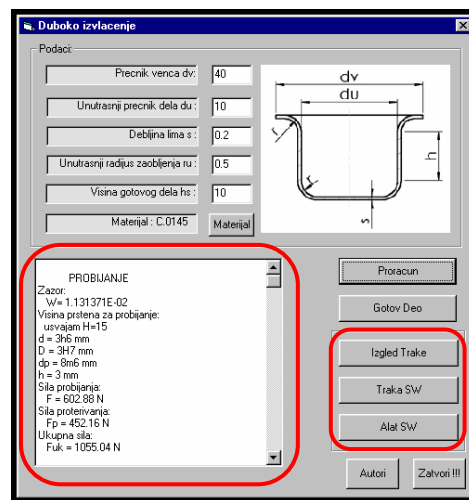
Na osnovu ovakvog izveštaja dobijaju se informacije o svim operacijama, odnosno dimenzijama u svakoj operaciji, što je potrebno za konstruisanje odgovarajućeg alata.

3.1. Prikaz programa i unos parametara

Program sadrži u tri celine. Prva celina predstavlja opis parametara koji se unose i sliku gotovog dela sa prikazom parametrima koje je potrebno uneti (slika 4). Drugi deo predstavlja prostor u kome se ispisuje celokupan proračun posle klika na polje **Proracun**. Treća celina se sastoji iz grupe tastera koji se aktiviraju posle završenog proračuna i povezana su sa parametarskim crtanjem gotovog dela, izgleda trake i alata u programu SolidWorks (slika 5).



Slika 4 Prikaz programa sa izborom materijala



Slika 5 Prikaz programa sa proračunatim parametrima i aktiviranim poljima

Prilikom startovanja programa automatski se generišu polazni podaci koje je moguće zameniti po potrebi. Ukoliko dođe do greške prilikom unosa podataka, program ne dozvoljava da se pređe iz tog polja, tj. postoji određena komunikacija sa programom o kojoj će kasnije biti reči. Takođe je moguće izabrati materijal iz baze, a može se uneti i neki proizvoljni materijal samo je potrebno znati njegove karakteristike (slika 4). Automatski se taj novi materijal upisuje u bazu i prilikom sledećeg unosa dovoljno je izabrati taj materijal.

Potrebni parametri koji se unose su sledeći:

1. dv – prečnik venca,
2. du – unutrašnji prečnik dela,
3. s – debljina lima,
4. r – unutrašnji radijus zaobljenja,
5. h – visina dela i
6. σ_m , τ_m i E – vrsta materijala.

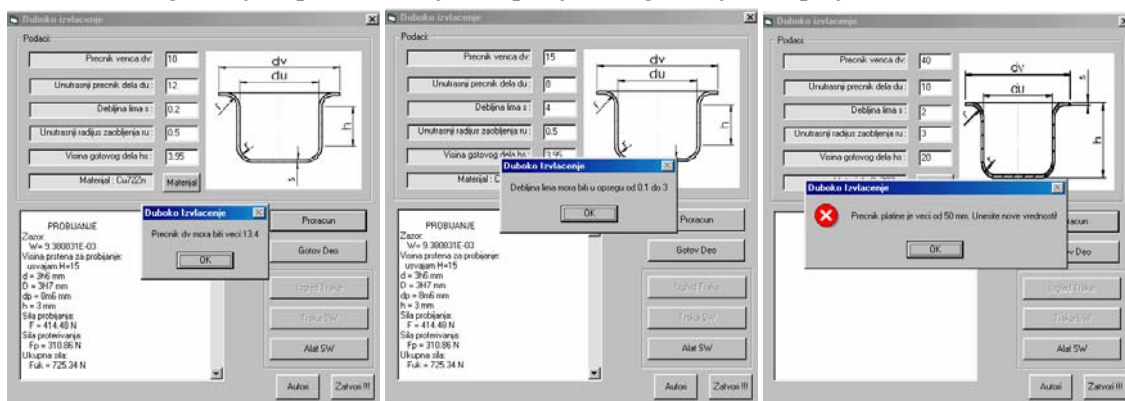
Posle završenog unosa moguće je pogledati željeni deo izborom polja **Gotov Deo**. Klikom na ovo polje automatski se pokreće SolidWorks, i pokreću se određene funkcije koje isčitavaju polja sa unetim vrednostima i crta se gotov deo sa željenim parametrima. Na ovaj način nije potrebno stalno crtati novi deo, već program menja postojeći čime smanjujemo potreban prostor za zapisivanje podataka. Što se tiče polja **Traka SW** i **Alat SW** princip rada je identičan, samo što se u prvom slučaju iscertava traka sa izgledom dela u svakoj operaciji, dok se u drugom slučaju iscertava kombinovani alat (slika 3).

3.2. Komunikacija sa programom

Prilikom startovanja i same komunikacije sa programom u pozadini je aktivirana aplikacija za obradu unetih parametara koja vodi računa o ispravnom unošenju potrebnih parametara. Sve da ne bi došlo do greške prilikom proračuna, a ujedno i unošenja neadekvatnih brojnih vrednosti. Aplikacija za obradu se sastoji u sledećem:

1. Pre svega nemoguće je uneti u polje bilo kakav tekst osim decimalnog broja.
2. Vodi se računa o vrednostima koje se unose, tako da ne može doći do greške da je unutrašnji prečnik veći od prečnika venca. Javlja se poruka koliki minimalni prečnik venca može biti.
3. Vodi se računa i o vrednosti radijusa tako da se javlja poruka koji maksimalni radijus se može uneti.
4. Debljina lima mora biti u granicama od $0.1 \div 3$ mm, jer preko te vrednosti nije poželjno izvoditi izvlačenje iz trake.
5. I na kraju se javlja ograničenje zbog širine trake. Preporuka je da prečnik platine pri izvlačenju iz trake ne bude veća od 50 mm.

Sva ova ograničenja se proveravaju prilikom klika na polje **Proračun**. Proračun se neće pokrenuti i pojaviće se odgovarajuća poruka za grešku koje smo malopre pomenuli (slika 6). Ukoliko su zadovoljeni svi uslovi izvršice se odgovarajući proračun koji se ispisuje u odgovarajućem polju.



Slika 6 Aktivni interfejs programa

4. ZAKLJUČAK

Izvlačenje, probijanje i prosecanje su osnovni postupci obrade lima. Stoga je veoma važno da se poseduje pouzdan "alat" za kvalitetno i brzo projektovanje kako tehnologije, tako i alata. Pristup koji je izložen u ovom radu ukazuje na mogućnost primene računara u tom području. Takav pristup obezbeđuje daleko komfornije uslove za rad projektanta, bitno skraćuje vreme u projektovanju, a pouzdanost i kvalitet podiže na znatno viši nivo. Ako sistem poseduje i mogućnost povezivanja CAD i CAP sistema, to otvara mogućnost integracije i ostalih modula u okviru CIM koncepta.

LITERATURA:

1. B. Musafija "Obrada metala plastičnim deformisanjem", Svjetlost, Sarajevo 1972
2. SolidWorks Teacher Guide and Student Courseware
3. Predrag Janković, Jelena Milovanović, Srdjan Mladenović "Possibilities of dimensioning the parametrically - Described parts of the punching and piercing tool", RaDMI 2002

Abstract

The paper analyses parametric approach technology of production part and design tools for successive deep drawing. Process production sheet when the process appear in over plane, induce more expensive technology. In this cause any possible solution which implication successive technology solutions conduce the big saving. In this cases the construction solutions tools must be watching in the specific way. Parametric approach represent one of the best efficiency way for the time saving and profitably. For construction part and tools used program SolidWorks.



S. Manasijević, M. Žujević¹, R. Radiša², P. Dragičević³

OPTIMIZACIJA POSTUPKA LIVENJA KLIPOVA U HK “PETAR DRAPŠIN” MLADENOVAC PRIMENOM SAVREMENIH SOFTVERSKIH PAKETA

Rezime

U radu su na konkretnom primeru predstavljene prednosti osvajanja novih proizvoda pomoću savremenih softverskih paketa u odnosu na konvencionalni način u skraćanju vremena i povećanju tačnosti. Takođe, razmatrana je korelacija između softverskih paketa CATIA V5.11 i MAGMASOFT V4.2.

Ključne reči: Optimizacija, CATIA, simulacija, MAGMASOFT.

1. UVOD

HK “Petar Drapšin” Mladenovac u čijem sastavu posluju Fabrika cilindarskih sklopova, Fabrika odlivaka u peščanim kalupima, Fabrika odlivaka u metalnim kalupima, Fabrika otkovaka, Fabrika alata i Fabrika za proizvodnju merne opreme, održavanje i energetiku ima raznovrstan i širok proizvodni program. Fabrika cilindarskih sklopova se bavi, pored ostalog, proizvodnjom klipova od Al-legura. Dosadašnji, konvencionalni, metod osvajanja novog proizvoda zahteva izradu 2D tehničke dokumentacije korišćenjem gotovih softverskih paketa za konstrukciju pomoću paketa programa za kreiranje dvodimenzionalnih modela, izradu prototipa alata za livenje, alata za mehaničku obradu i površinsku zaštitu na osnovu te dokumentacije i izradu probne serije.

Konstantno se razmatra mogućnost poboljšanja procesa osvajanja novog proizvoda primenom savremenih softverskih paketa za kreiranje trodimenzionalnih, površinski orijentisanih modela sa potrebnim modulima za memorisanje, pozicioniranje i izradu grafičke dokumentacije za modeliranje u koje spadaju paketi programa za stvaranje solid modela, koji sem jasne prezentacije oblika omogućavaju analizu kinematike sistema, proračun parametara konstrukcije, automatsko projektovanje NC i CNC tehnologije obrade u sastavu CNC jedinice ili NC programskog sistema, simulaciju livenja itd. U ovom radu je predstavljen samo deo mogućnosti poboljšanja metoda osvajanja novog proizvoda koji se odnosi na proces modeliranja i simulaciju livenja klipa.

2. OPTIMIZACIJA POSTUPKA MODELIRANJA I LIVENJA KLIPOVA

Optimizacija je predstavljena na primeru odlivka klipa K.656L od legure AlSi12CuMgNi, koji sa ulivenim nosačem prstena NP.343N od nerezista i čeličnim umetkom klipa UK.656 predstavlja veoma složen geometrijski model. Samim tim i alat za njegovo livenje zahteva složenu konstrukciju i sastoji se od vodeće čaure, petodelnog jezgra, mantila, pljosnatih umetaka, pritiskivača, poklopca pritiskivača itd.

2.1. Izrada 3D modela korišćenjem softverskog paketa CATIA

Osnovni paket softverskog programa CATIA namenjen je za modeliranje složenog trodimenzionalnog modela. Upotreba ovog softverskog paketa omogućava inženjerima da, u relativno kratkom roku, projektuju vrlo složene trodimenzionalne oblike (u ovom slučaju odlivak klipa), čime daju viziju svojih ideja i stavljaju ih na raspolaganje drugima, što pokazuje orijentisanost na timski rad. CATIA omogućava, nakon modeliranja, korišćenje ugrađenih funkcija za određivanje ostalih složenih karakteristika kao što su: momenat inercije, koordinate težišta, zapremina i masa modela, izradu radioničkih crteža itd.

Izrada 3D modela odlivka klipa i projektovanje alata za livenje predstavlja složen proces. Sastoji se iz nekoliko faza: modeliranje i pozicioniranje nosača prstena NP.343N i čeličnog umetka UK.656 (slika 1),

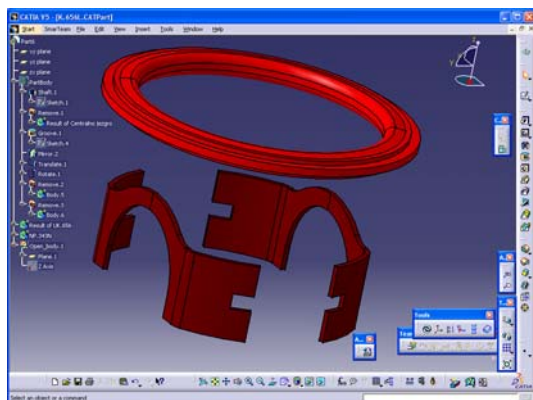
¹ Srećko Manasijević, dipl. inž. met., HK “Petar Drapšin” Mladenovac, Kralja Petra I 34, sreckoman@ptt.yu

Milan Žujević, dipl. inž. maš., HK “Petar Drapšin” Mladenovac, Kralja Petra I 34, 011/8233825

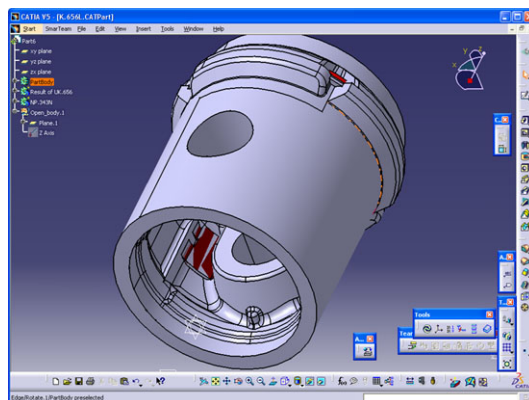
² Radomir Radiša, dipl. inž. maš., LOLA sistem - LOLA institut, Kneza Višeslava 70a, Beograd, rradisa@lola-ins.co.yu

³ Mr Perica Dragičević, dipl. inž. maš., CAD-CAM DATA, Beograd, drape@eunet.yu

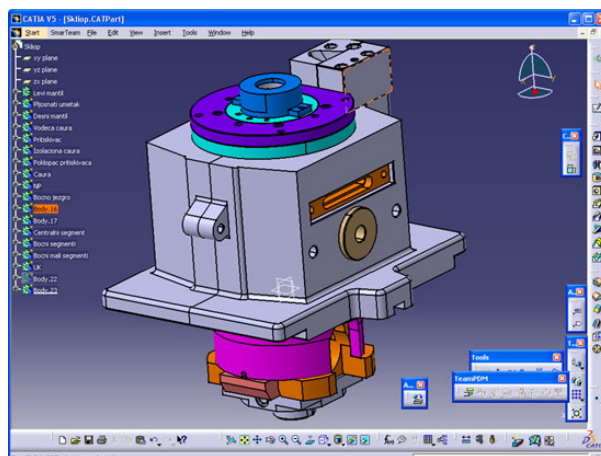
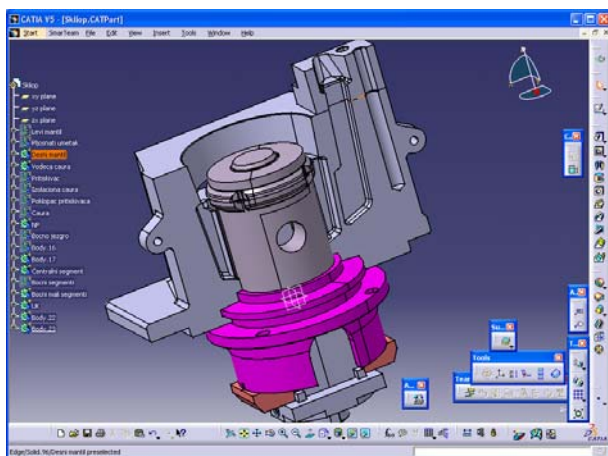
modeliranje odlivka klipa K.656L (slika 2), modeliranje alata za livenje KO.K.656L (slika 3) na osnovu modela odlivka klipa sa uračunatim koeficijentom skupljanja i izrada radioničkih crteža.



Slika 1 - Nosač prstena i umetak klipa



Slika 2 - Odlivak klipa



Slika 3 - Model alata za livenje klipova

Izrada 3D modela odlivka klipa i alata za livenje omogućava precizno definisanje svakog pojedinačnog elementa prilikom osvajanja potpuno novih pozicija ili korekciju grešaka nastalih osvajanjem novih pozicija konvencionalnom metodom.

2.2. Veza između programskih paketa CATIA i MAGMASOFT

CATIA izvozi part fajlove u STL, STEP,... formatima u kojima su prethodno modelirani odlivak, ulivni sistem, hranitelji, mesta hlađenja, medijumi hlađenja itd. MAGMASOFT čita grafičke formate kao što su STL i STEP. To znači da se može iskoristiti prethodno konstruisan 3D model i kao original uneti u grafičku stanicu MAGMASOFT-a. Ova kompatibilnost omogućava modeliranje i simulaciju u programskim paketima koji su specijalizovani za te aktivnosti i jednostavnu komunikaciju između njih.

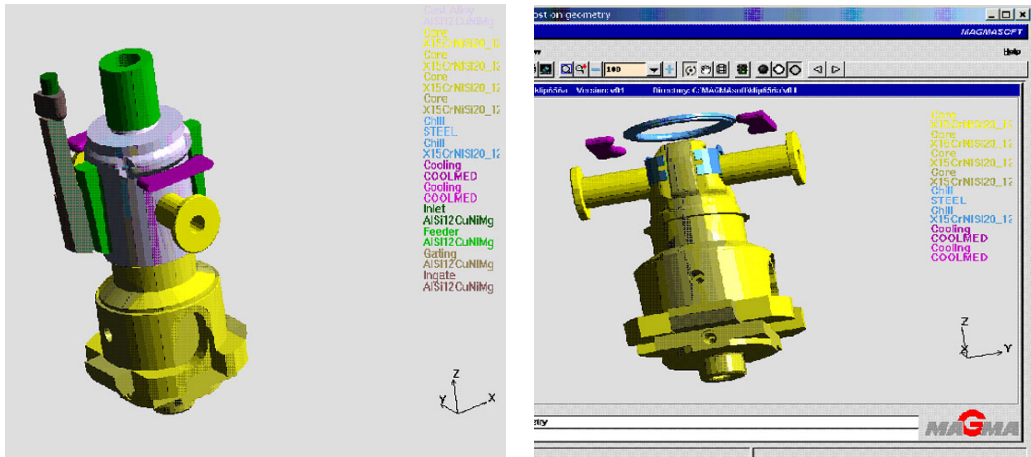
2.3. Simulacija procesa livenja klipova korišćenjem softverskog paketa MAGMASOFT

MAGMASOFT je programski paket tj. kompjuterski alat koji simulira proces livenja i očvršćavanja odlivaka. Ovaj programski paket omogućava testiranje različitih tehnoloških izvođenja postupka livenja, kako bi se izbeglo dugotrajno testiranje postupka u praksi. Na taj način ne samo da smanjuje troškove i zastoje u proizvodnji već daje uvid u proces livenja i očvršćavanja odlivka. Dobiveni rezultati simulacije se prikazuju u 3D grafičkom obliku. Iz dobivenih rezultata, potencijalni problemi se lako indentifikuju i otklanjaju u fazi projektovanja oblika odlivka, što omogućava konstruktoru i tehnologu da izvrše optimizaciju procesa livenja.

Za izvođenje simulacije potrebno je obezbediti 3D geometrijski model odlivka i ostalih komponenata (alat za livenje, ulivni sistem, hranitelj,...), tehnološke parametre (temperatura livenja, vreme livenja, vrsta materijala,...), itd.

Prethodno konstruisan 3D model u programskom paketu CATIA kao original unosi se u grafičku stanicu (a postoji mogućnost i da se u ovoj stanici konstruiše 3D model geometrije). Znači, u grafičku stanicu moraju se uvesti 3D modeli odlivka, ulivnog sistema, hranitelja, mesta hlađenja, medijuma hlađenja itd. Tako pripremljen 3D model ide u dalju fazu simulacije (slika 4).

U sledećoj fazi svi geometrijski sklopovi se podele na parcijalne elemente. Sam paket automatski generiše mrežu. Finoću mreže, tj. broj elemenata, korisnik softvera može sam da koriguje, tako da u sva tri smeru koordinatnog sistema korisnik sam definiše željenu minimalnu veličinu elemenata. Međutim, kod komplikovanijih odlivaka (ili pak tankozidnih) potrebno je definisati finiju mrežu. Pripremljena mreža služi za dalji proračun. Za svaki element pomoću diferencijanih jednačina izračunavaju se fizičko-termički parametri, a dobiveni rezultati su granični uslovi za proračun parametara u susednom elementu. Tako kompjuter vrši proračun od elementa do elementa u 3D koordinatama i na kraju sve parcijalne rezultate integriše za celokupnu geometriju.



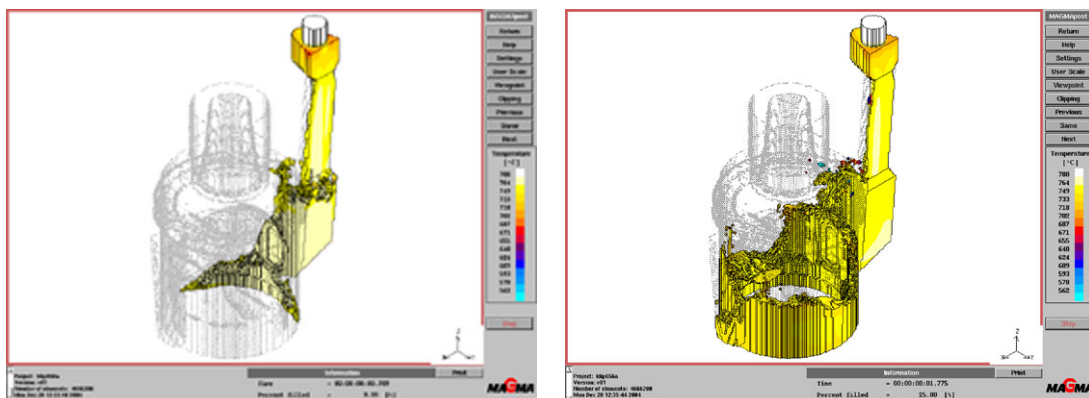
Slika 4 - Unos podataka u MAGMASOFT

Rezultati simulacije se daju u 3D dijagramu u boji. Postoji mnogo različitih vrednosti, u zavisnosti od toga šta korisnika interesuje: vremenski ili procentualni deo punjenja livnog otvora sa izotermama po zapremini, sa iznosima brzine i pritiska punjenja itd. MAGMASOFT ima mogućnost da simulira vektore brzine, što daje mogućnost provere toka liva i uz dodatnu korekciju ulivnog sistema moguće je uspostavljanje laminarnog toka. Na slici 5 dani su vektori brzine ulivanja liva na mestu prelaska između ulivnog sistema i odlivka klipa.



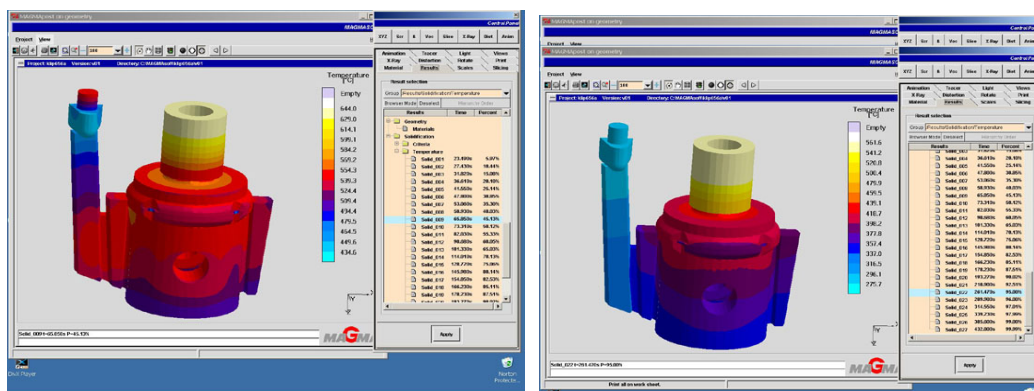
Slika 5 - Vektori brzine

FILLING-grupa sadrži sve rezultate punjenja ulivne zapremine (slika 6). "Fill_Press"- prikazuje raspored pritiska u metalu u toku vremena punjenja kalupa dat u mbar.



Slika 6 - Simulacija procesa livenja klipa

"SOLIDIFICATION RESULTS" – prikazuje sve rezultate očvršćavanja, tj. faze očvršćavanja sa izotermama, temperaturnim poljima, prikazom tečnog, testastog ili čvrstog metala, temperaturnim gradijentima itd. (slika 7).

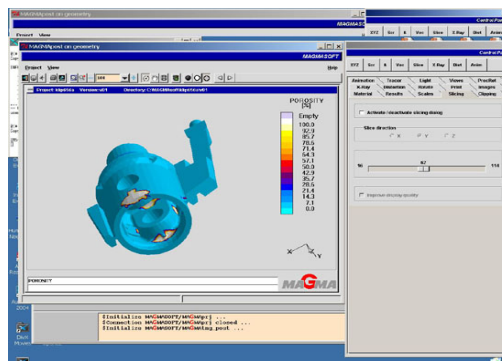


Slika 7 - Simulacija procesa očvršćavanja klipova

“FSTIME” - prikazuje vreme potrebno da očvršne kritična masa materijala do kog je makroskopsko hranjenje moguće. Mora se definisati procenat očvrstlog metala za koji želimo videti “FSTIME”

Kao kriterijum se dobija i prikazana prisutnost poroznosti i lunquera, fazne strukture, veličina i raspored napona itd. Na slici 8 dat je potpuno očvrslil odlivak klipa sa kritičnim mestima.

Na osnovu dobivenih rezultata može se ponovo izvesti proračun sa promenjenim parametrima. Prikazani rezultati simulacije su prva verzija.



Slika 8 - Kritična mesta na odlivku posle očvršćavanja

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršene analize zaključak je da upotreba savremenih softverskih paketa u odnosu na konvencionalne načine osvajanja novih proizvoda ima dosta prednosti i to: dobijaju se rezultati koji se ogledaju u brzom generisanju elemenata modela i prateće dokumentacije (radioničkih crteža), znatno se ubrzava rad i produktivnost inženjera, skraćuje se vreme osvajanja novih proizvoda, minimizira se ili potpuno odstranjuje tradicionalno testiranje (izrada prototipova), koje je skupo, dugotrajno i prouzrokuje zastoje u proizvodnji i smanjuju se troškovi osvajanja novih proizvoda.

Korišćeni CAD sistem za klasično crtanje tehničke dokumentacije ustupa mesto prostornom modeliranju. Upotreba programskog paketa MAGMASOFT, uz današnje oštre zahteve kupca i nedostatak iskusnih kadrova u livnicama, je vrlo bitan segment pri osvajanju novih ili optimizaciji postojećih proizvoda.

4. LITERATURA

1. HK “Petar Drapšin” Mladenovac, “Interna Dokumentacija”, HK “PDM”, Mladenovac, 2004.
2. Materijal za kurs CATIA Version 5, CAD-CAM DATA, Beograd, 2003.
3. Publication of MAGMA GmbH, “MAGMA times”, Volume 10- No 3, 2004.
4. Radiša, R., Manasijević, S., Pristavec, J., “SIMULACIJA PROCESA LIVENJA I OČVRŠĆAVANJA KLIPA K.656L PROGRAMOM MAGMASOFT”, Prezentacija, Mladenovac, 2004.

OPTIMIZATION OF PISTONS CASTING PROCESS IN HK “PETAR DRAPŠIN” MLADENOVAC BY MODERN SOFTWARE PACKAGES

Abstract

In the paper are presented advantages of development of new products, in time cutting and accuracy expanding, on concrete sample by modern software packages in compare to conventional ways. Correlation between software packages CATIA V5.11 and MAGMASOFT V4.2 has also been taken into consideration.

Key words: Optimization, CATIA, simulation, MAGMASOFT.



BAZA PODATAKA ZA ALATE ZA OBRADU REZANJEM¹

Sovilj, B.², Antić, A.³, Vukelić, Đ.⁴, Birčanin, B.⁵

Rezime: Razvoj i izgradnja savremenih baza podataka se ne može odvojiti od projektovanja i implementacije informacionog sistema. U radu je prikazana razvijena baza podataka za alate za obradu rezanjem, kao jedna od osnovnih podloga za razvoj CAD/CAPP/CAM programskog sistema za konkretni proizvodni program koji će značajno povećati efikasnost rada tehničke pripreme i proizvodnog sistema u celini.

1.0 UVODNA RAZMATRANJA

Savremeni način proizvodnje u visokorazvijenim društvima i društvima koja to teže da budu nezamisliv je bez primene informacionih tehnologija koje su u velikoj meri dovele do smanjenja troškova proizvodnje kroz drastično smanjenje vremena izrade i angažovanja ljudskih resursa. Da bi se projektovanje i proizvodnja uz pomoć računara (CAD/CAPP/CAM) mogla postaviti tako da se prožimaju sa mehanizmima čovekovog konceptualnog razmišljanja, potrebno je stvoriti takav sistem proizvodnje u kome bi projektovanje i tehnologija proizvodnje bili neraskidivo povezani.

Razvoj takavog jednog sistema predstavlja rad na projektu "RAZVOJ PROGRAMSKOG SISTEMA ZA AUTOMATIZACIJU PROJEKTOVANJA PROIZVODA I TEHNOLOŠKIH PROCESA NJIHOVE IZRADE U AD MOTINS", na kome je radio tim istraživača sa Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Problematika kojom se ovaj rad bavi je razvoj baze podataka za alate kao segmenta jednog specijalizovanog CAPP sistema.

Razvojem (CAD/CAPP/CAM) programskog sistema za odgovarajući proizvodni program omogućuje se unapređenje i racionalizaciju tehničke pripreme i izrada delova, a aktivnosti koje se sprovode mogu se svrstati u sledeće: konceptualna analiza, primena alata za automatizaciju projektovanja, izrada i testiranje. Baza podataka za alate za obradu rezanjem je jedna od podloga, odnosno podrška razvijenom CAD/CAPP/CAM sistemu, a u funkciji je dela informacione baze za planiranje i upravljanje proizvodnjom.

Da bi proizvodni sistem bio sposoban da odgovori na postavljene zahteve mora da poseduje visok stepen automatizacije svih aktivnosti.

2.0 MODEL SPECIJALIZOVANOG CAD/CAPP/CAM PROGRAMSKOG REŠENJA

Algoritamska struktura CAD/CAPP/CAM programskog rešenja za deo proizvodnog programa AD MOTINS prikazana je na slici 1.

Analizom raspoloživih softverskih sistema i uz uvažavanje određenih ograničenja proizvodnog sistema AD MOTINS, na bazi potavljenih kriterijuma razvijeno je programskogo rešenje prema prikazanoj algoritamskoj strukturi za potrebe AD MOTINS. Pri tome je uzeta u obzir mogućnost primene programskih sistema, s jedne strane i ciljnih internih potreba u pogledu automatizacije projektovanja proizvoda i projektovanja tehnoloških procesa izrade, s druge strane [8].

¹ Rad predstavlja segment istraživanja na projektu "RAZVOJ PROGRAMSKOG SISTEMA ZA AUTOMATIZACIJU PROJEKTOVANJA PROIZVODA I TEHNOLOŠKIH PROCESA NJIHOVE IZRADE U AD MOTINS", koji finansira Ministarstvo nauke i životne sredine Vlade Republike Srbije za 2002/2004 godinu.

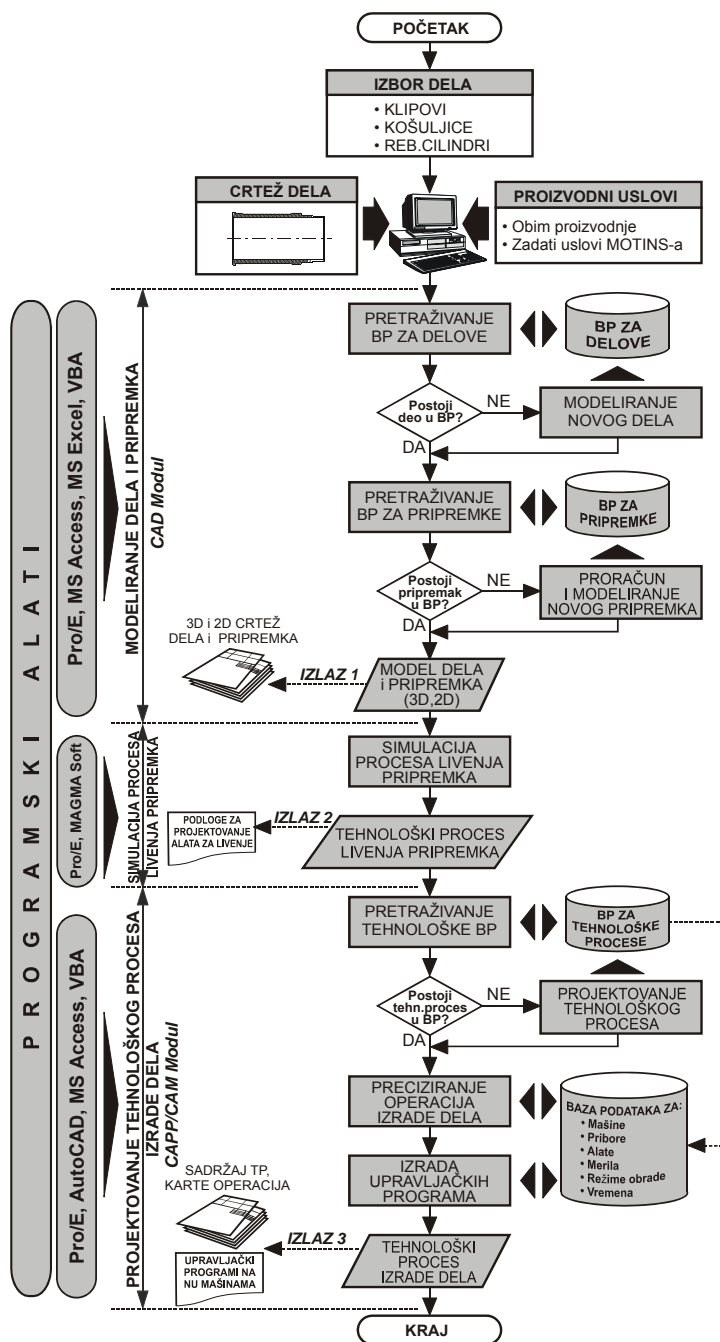
² Dr Bogdan Sovilj, red. prof., FTN, Novi Sad, Trg D. Obradovića 6, tel: 021/450-366, E-mail: bsovilj@uns.ns.ac.yu

³ mr Aco Antić, asistent FTN, Novi Sad, Trg D. Obradovića 6, tel: 021/450-366, E-mail: antica@uns.ns.ac.yu

⁴ Đorđe Vukelić, asis. pripr., FTN, Novi Sad, Trg D. Obradovića 6, tel: 021/450-366, E-mail: vukelic@uns.ns.ac.yu

⁵ Bojan Birčanin, student, FTN, Novi Sad, Trg D. Obradovića 6, E-mail: bsovilj@uns.ns.ac.yu

Na prikazanoj algoritamskoj strukturi kao poseban modul izdvojeno je projektovanje tehnoloških procesa izrade, čiji je jedan od izlaza i precizirana karta operacije. Precizirana karta operacije sadrži podatke o priborima, alatima i merilima, koji su neophodni za realizaciju te operacije. Preciziranje alata za obradu rezanjem je izdvojen kao poseban zadatak u okviru CAPP modula ovog programskog rešenja. Razvoj baze podataka za alate kao softversko rešenje se može koristiti i u sistemu upravljanja proizvodnjom.



Slika 1. Algoritamska struktura CAD/CAPP/CAM programskog rešenja[8]

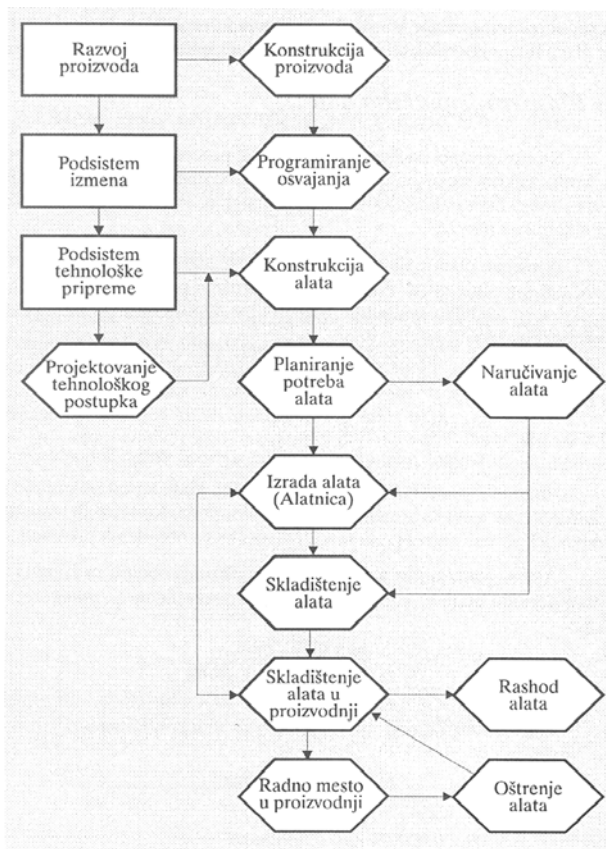
3.0 RAZVOJ BAZE PODATAKA ZA ALATE ZA OBRADU REZANJEM

Razvoj savremenih baza podataka se ne može odvojiti od projektovanja i implementacije informacionog sistema. Projektovanje informacionog sistema i pripadajućih BP predstavlja veoma složen i delikatan posao. Prethodno je moguće ostvariti ako postoji jasan metodološki princip, podesan za prezentaciju i prihvatljiv za korisnika.

Za metodologiju razvoja i izgradnje informacionog sistema i pripadajućih baza podataka su bitni sledeći pojmovi: poslovne funkcije, dokumenti, matrica dokumenata, modul baze podatak, baza podataka informacionog sistema i programski sistem. Isto tako, pri projektovanju i implementaciji informacionog sistema i baze podataka, veoma je važan proces njegove integracije u okviru proizvodno-poslovnih funkcija proizvodnog sistema.

Alati za obradu rezanjem predstavljaju važan resurs proizvodnog procesa. Vrednost alata za obradu rezanjem u jednom proizvodnom sistemu predstavlja značajan deo u troškovima poslovanja. Uticaj alata za obradu rezanjem na ukupne troškove proizvodnje i na odvijanje proizvodnog procesa zavisi od vrste alata i vrste procesa proizvodnje.

Na optimalno odvijanje proizvodnog procesa. Osim kvalitetnog alata za obradu rezanjem, kvaliteta konstrukcije i izrade, značajno utiče i poslovanje alatima i uvid u njihove stalne i zalihe. Algoritam aktivnosti pri poslovanju alatima je dat na slici 2 [3].



Slika 2. Algoritam aktivnosti pri poslovanju alatima za obradu rezanjem

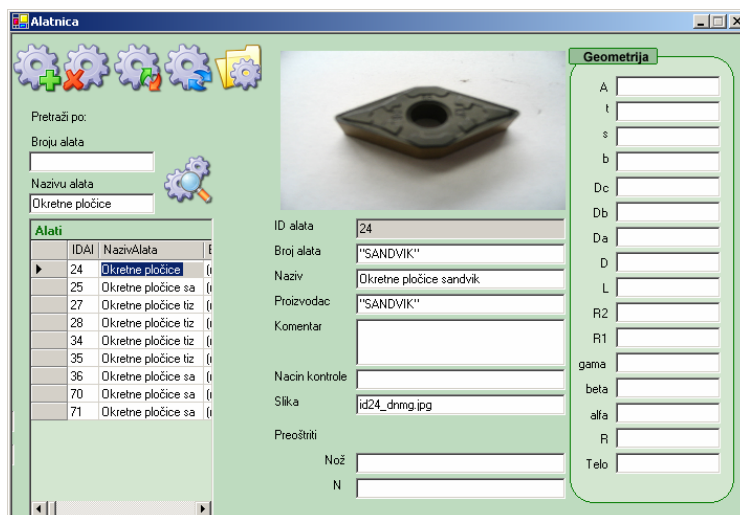
Predhodno navedeno predstavlja podlogu za razvoj i organizaciju baze podataka za alate za obradu rezanjem (sl. 2), kao dela podloga za razvoj CAD/CAPP/CAM programskog rešenja sa slike 1. Podaci iz sadržaja baze podataka, smešteni su u tabelu koja ima sledeće podatke po kolonama: ID alata, naziv alata, broj crteža, broj alata, proizvođač, oznaka, slika, geometrijski parametri, itd.

Kao osnovni sistemi za upravljanje i razvoj neophodne baze podataka primenjeni su Microsoft Access i C#, dok je VBA, kao standardno programsko okruženje Microsoft aplikacije iskorišćen za razvoj odgovarajućeg korisničkog interfejsa i integraciju pojedinih modula CAD/CAPP/CAM programskog rešenja.

4.0. VERIFIKACIJA RAZVIJENE BAZE PODATAKA

Savremeni trendovi u integraciji aktivnosti procesa razvoja i izgradnje proizvoda, na nivou celog životnog ciklusa proizvoda, usmereni su, kao što je to unapred istaknuto, na razvoj informacionih sistema baze podataka. Osnovni zahtevi koji se postavljaju pred bazu podataka su: sloboda pristupa, opšta upotrebljivost, nezavisnost podataka, integralnost i zaštita. S druge strane, BP sistemi omogućavaju: unošenje, ažuriranje, čuvanje, pretraživanje podataka, upravljanje procesima, reorganizaciju podataka, mrežnu komunikaciju, itd..

Na slici 3. prikazani su rezultati pretrage alata pri zadavanju upita po broju alata ili nazivu alata.



Slika 3. Prikazi pretraga alata po pojedinim upitima

5.0. ZAKLJUČCI

Savremena proizvodnja u metaloprerađivačkoj industriji nedvosmisleno je usmerena ka povećanju produktivnosti, ekonomičnosti, fleksibilnosti i kvalitetu rada, a za to je neophodno postojanje sveobuhvatne baze podataka koja efikasno integriše sve tehničko-tehnološke i organizacione funkcije industrijskog sistema. Razvijena baza podataka za alate za obradu rezanjem je jedna od osnovnih podloga za razvijeni CAD/CAPP/CAM programski sistem za konkretni proizvodni program koji će značajno povećati efikasnost rada tehničke pripreme i proizvodnog sistema u celini.

Raspoloživi savremeni programski alati i hardverska oprema omogućavaju razvoj i primenu CAD/CAPP/CAM programskog sistema u realnim proizvodnim uslovima.

CUTTING TOOLS DATA BASE

Abstract: Development and construction of modern data bases could not be separated from the design and implementation of an information system. In this paper developed cutting tools data base is shown. Above mentioned data base is one of the basic supports for development of CAD/CAPP/CAM programming system for the concrete manufacturing program which will increase efficiency of technical preparation and the whole manufacturing system.

6.0. LITERATURA

- [1] Arsovski, S., Arsovski, Z., Perović, M., *Razvoj CIM sistema*, CIM CENTAR, Mašinski fakultet Kragujevac, CIM monografije, Kragujevac, 1995.
- [2] Balic, J., Valvanis, P. K., Tsourvelondis, N., Ioannidis, S., *Intelligent manufacturing systems programming and control*, Chania-Greece, Maribor-Slovenia, 2003.
- [3] Mitrović, R., *Osnovi CAD/CAM tehnologija*, Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [4] Vukelić, Đ., Budak, I., Hodolić, J., *Razvoj CAD modula u jednom CAD/CAPP/CAM programskom sistemu*, 6 Međunarodno savetovanje, DEMI 2004, Banja Luka, 2003.
- [5] Milošević, M., Todić, V., Lukić, D., *Razvoj CAD/CAPP/CAM programskog sistema za neke delove motora SUS*, 6 Međunarodno savjetovanje DEMI, 2003, Banja Luka, 2003.
- [6] Milošević, M., Todić, V., Lukić, D., *Razvoj CAPP sistema za neke delove motora SUS*, VIII Međunarodna konferencija mma 2003 Fleksibilne Tehnologije, Novi Sad, 2003.
- [7] Stević, M., Vukelić, Đ., Sovilj, B., *Prilog razvoju programskog rešenja CAPP modula jednog CAD/CAPP/CAM programskog sistema*, 6 međunarodno savjetovanje DEMI 2003, Banja Luka, 2003.
- [8] Todić, V., Hodolić, J., Milošević, M., Lukić, D., *Pristup k razvoju programoveho systému, CAD/CAPP/CAM pre niektoré prvky motora*, Výrobne inžinierstvo, cihlo3, ročník III, Bratislava, 2004.



PREGLED PRISTUPA ZA AUTOMATSKO PREPOZNAVANJE TEHNOLOŠKIH FORMI SA PREPOZNAVANJEM OBRAZACA NA BAZI LOGIČKIH PRAVILA

Abstrakt: Automatsko prepoznavanje tehnoloških primitiva (AFR) je pristup koji je dao dosad najveći doprinos istraživačkim naporima za razvoj potpuno automatizovanog CAPP sistema. U ovom radu data je nova, detaljna klasifikacija razvijenih sistema AFR s obzirom na pristupe u rešavanju tri zadatka koji se pred tim procesom postavljaju: (i) izdvajanje geometrijske informacije iz CAD modela, (ii) formiranje odgovarajućeg prikaza dela pogodnog za identifikaciju tehnoloških formi i (iii) prepoznavanje tehnoloških obrazaca. Zatim su opisane metode za izdvajanje geometrijske informacije s posebnim osvrtom na primenu STEP standarda. U nastavku, dat je pregled novijih istraživačkih rezultata iz oblasti AFR sa prepoznavanjem obrazaca na bazi logičkih pravila.

Ključne reči: CAPP sistemi, automatsko prepoznavanje tehnoloških formi, B-rep, STEP, logička pravila.

1. UVOD

Generativni CAPP sistemi, u principu, treba da obezbede obavljanje dve grupe funkcija: (i) obezbeđivanje efikasnog prevođenja geometrijskih informacija o nekom delu, definisanih CAD sistemom (entiteti nižeg nivoa – tačke, linije ... [1]), u tehnološke informacije potrebne za planiranje procesa i CAM (entiteti višeg nivoa – otvori, žlebovi, džepovi ...) i (ii) definisanje izvodljivih planova procesa (izbor tehnoloških procesa, određivanje dodataka za obradu, određivanje optimalnog priprema, izbor pomoćnih pribora i tehnoloških baza, izbor i grupisanje zahvata, izbor mašine i redosleda zahvata, izbor alata, određivanje parametara režima obrade, određivanje putanje alata, izbor metoda inspekcije tačnosti i kvaliteta obrade, tehnoe ekonomska analiza, optimizacija elemenata plana procesa i programiranje NC koda za mašine alatke).

Kad se govori o prvoj grupi funkcija, tu postoje tri strategije, koje su sve zasnovane na konceptu tehnoloških formi (form feature) dela, a razlikuju se po načinima njihovog definisanja:

- 1) projektovanje pomoću formi (*design by feature* – DBF),
- 2) automatsko prepoznavanje tehnoloških formi (*automated feature recognition* – AFR) i
- 3) interaktivno definisanje tehnoloških formi (*interactive form feature definition*).

Projektovanje pomoću formi podrazumeva postojanje biblioteke tehnoloških formi, prilagođene potrebama izrade dela, a ne njegove funkcije. Model proizvoda formira se isključivo korišćenjem formi iz te biblioteke. *Automatsko prepoznavanje tehnoloških formi* predstavlja pretraživanje nekog oblika predstavljanja dela sa ciljem pronalazjenja informacija koje karakterišu pojedine tipove tehnoloških formi. Svi pristupi u ovoj oblasti postavljaju jedinstven cilj – formiranje algoritama sposobnih da prepoznaju svaki mogući tip tehnološke forme bez ikakvog učešća tehnologa u tom procesu. *Interaktivno definisanje tehnoloških formi* podrazumeva sistem u kome korisnik bira set tehnoloških formi, definiše im parametre prepoznavanja, a onda sistem po tim uputstvima vrši automatsko prepoznavanje formi direktno u CAD modelu ili nekoj strukturi izvedenoj iz njega.

Predmet razmatranja u ovom radu su različiti sistemi za automatsko prepoznavanje tehnoloških formi, koji svi treba da obezbede rešenje sledećih, međusobno povezanih, zadataka: (i) izdvajanje geometrijskih obeležja dela iz CAD modela potrebnih za formiranje prikaza dela pogodnog za prepoznavanje tehnoloških formi. Sistemi za AFR najčešće koriste B-rep prikaz dela, znatno ređe CSG, a postoji i izvestan broj istraživačkih pristupa zasnovanih na žičanom modelu dela. U sistemima zasnovanim na B-rep ta obeležja obuhvataju temena, ivice i strane dela, u sistemima zasnovanim na žičanom modelu temena i ivice, a kod

¹ Nenad Nešić, nnesic@mas.bg.ac.yu, 011 3302 264

² Prof. dr Bojan Babić, bbabic@mas.bg.ac.yu, 011 3302 274

³ Doc. dr Zoran Miljković, zmiljkovic@mas.bg.ac.yu, 011 3302 468

Mašinski fakultet u Beogradu, Katedra za proizvodno mašinstvo, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd 35

sistema zasnovanih na CSG geometrijske primitive; (ii) formiranje prikaza dela pogodnog za identifikaciju tehnoloških formi – kod sistema zasnovanih na B-rep i žičanom modelu vrši se topološko povezivanje geometrijskih obeležja, a kod CSG povezivanje operacijama Bulove algebre. Postoji izvestan broj razvijenih AFR sistema koji tehnološke forme izdvajaju direktnim pretraživanjem CAD modela dela; (iii) uparivanje tehnoloških formi prepoznatih u prikazu dela dobijenom kao rešenje prethodnog zadatka, sa obrascima u biblioteci tehnoloških formi i, u slučaju naprednijih sistema zasnovanih, na primer, na veštačkim neuronskim mrežama, akvizicija znanja u vidu formiranja novih obrazaca u biblioteci sačinjenih od neprepoznatih formi).

U literaturi se za prva dva zadatka najčešće koristi termin *izdvajanje tehnoloških formi* (feature extraction), a rešavanje druga dva zadatka, kao i sva tri zadatka sveukupno, naziva se *prepoznavanje tehnoloških formi* (feature recognition). Autori su mišljenja da bi najpogodniji termin koji opisuje rešavanje drugog zadatka bio *identifikacija tehnoloških formi*, a trećeg zadatka bio *prepoznavanje tehnoloških obrazaca* (pattern recognition), što se predlaže i u [2]. Autori predlažu termin „obrazac” za pojam predefinisano tehnološkog oblika u bazi znanja, sa kojim se upoređuje identifikovana forma u prikazu dela.

Studije koje analiziraju razvijene metodologije AFR mogu se naći u brojnim literaturnim izvorima, između ostalog u [3], [4], [5], [6]. Autori ovde nude nešto detaljniju klasifikaciju, koja uzima u obzir raznovrsnost pristupa pojedinačno za svaki od tri zadataka u AFR, a ilustrovana je tabelom 1.

Tabela 1: Klasifikacija pristupa za AFR.

izdvajanje tehnoloških formi		prepoznavanje tehnoloških obrazaca
izdvajanje geometr. obeležja	identifikacija tehnoloških formi	
1. eksterno 2. interno	1. sintaktičko prepoznavanje oblika 2. dijagrami stanja i automati 3. logička pravila i ekspertni sistemi 4. pristup zasnovan na grafovima 5. pristup zasnovan na nagoveštajima 6. dekompozicija zapremine 7. ćelijska dekompozicija 8. pristup zasnovan na veštačkim neuronskim mrežama 9. hibridni pristupi	1. logička pravila 2. veštačke neuronske mreže

U ovom radu dat je pregled novijih istraživačkih rezultata iz oblasti AFR sa prepoznavanjem obrazaca na bazi logičkih pravila. Posebna pažnja posvećena je metodologijama zasnovanim na graničnoj prezentaciji (B-rep) dela, jer pristupi zasnovani na CSG nisu dali efektne rezultate.

2. METODE ZA IZDVAJANJE GEOMETRIJSKIH OBELEŽJA

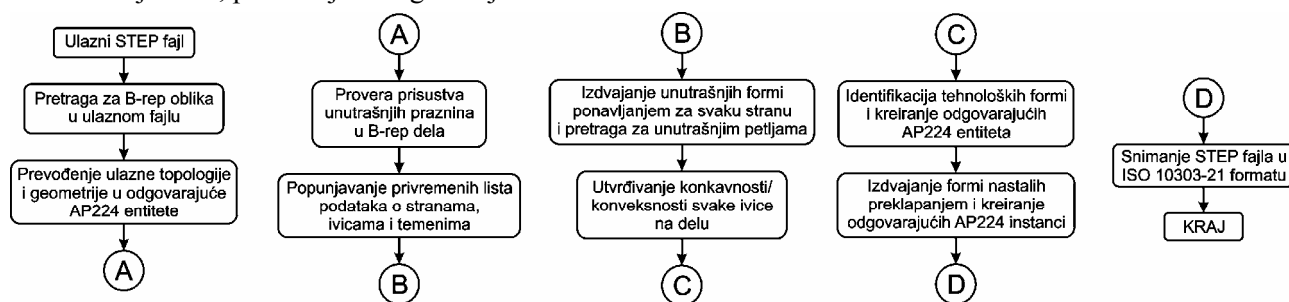
Metode za izdvajanje geometrijskih obeležja iz CAD modela dela mogu se podeliti na eksterne i interne [7]. *Interni pristupi* podrazumevaju korišćenje API (Application Protocol Interface) softvera, u kome je deo modeliran, za pristup topološkim i geometrijskim informacijama o tom delu. *Eksterni pristupi* podrazumevaju izvoženje CAD modela iz softvera u kome je napravljen u fajlu u nekom neutralnom formatu podataka (STEP, IGES, ACIS, ...) u vidu ASCII datoteke, koja se pomoću nekog interfejsa (programa napisanog u prologu, C++, ili nekom drugom jeziku) prevodi u odgovarajući prikaz dela pogodan za izdvajanje tehnoloških formi. Mada postoje brojni istraživački rezultati zasnovani i na drugim pomenutim neutralnim formatima, npr. [8], ovde će posebna pažnja biti posvećena neutralnom formatu STEP, koji je u sebi obuhvatio prednosti svih prethodnih formata.

STEP format je specificiran serijom standarda ISO 10303 [9]. Cilj ovih standarda je obezbeđivanje detaljnog prikaza informacija o proizvodu, zajedno sa mehanizmima za njihovu razmenu između svih sistema koji učestvuju u životnom ciklusu proizvoda, uključujući projektovanje, proizvodnju, korišćenje, održavanje i odstranjivanje. STEP nudi mogućnost detaljnog opisa geometrije, topologije, tolerancija dela, odnosa sa drugim delovima, raznih atributa, pripadnosti dela odgovarajućem sklopu. U tu svrhu, STEP koristi formalni specifikacioni jezik EXPRESS (ISO 10303-11), koji omogućuje preciznost i konzistentnost prikaza dela i olakšava razvoj implementacionih modela. U svrhu razmene podataka EXPRESS specifikacije se prevode u neutralan ASCII fajl, metodologijom definisanom standardom ISO 10303-21.

Za svaku oblast primene STEP definiše poseban aplikacioni protokol, koji opisuje delokrug, informacije koje se razmenjuju ili arhiviraju, metodologiju testiranja i korisnički vodič za primenu aplikacije. Cilj je formiranje integrisane baze podataka koja je pristupačna i od koristi za sve resurse koji učestvuju u životnom ciklusu proizvoda. Standardom ISO 10303-224 definisan je aplikacioni protokol za tehnološke forme koje se koriste u planiranju procesa (AP224). On sadrži sve informacije potrebne da se napravi neki proizvod, uključujući i materijal, geometriju, dimenzije, tolerancije i prikaz priprema i gotovog dela kao i definicije različitih tehnoloških formi.

Primena STEP standarda u svim industrijskim domenima je u sve većoj ekspanziji. Kad je reč o CAX aplikacijama, danas gotovo svi značajniji CAD softverski paketi (npr. Pro/ENGINEER, CATIA, Unigraphics, I-DEAS ...) imaju razvijene i komercijalizovane CAD-STEP interfejsne [10]. Primer razvijenog generativnog CAPP sistema koji primenjuje STEP za razmenu podataka je GPPE (Generative Process Planning Environment) [11], razvijen na SCRA (South Caroline Research Authority). On koristi tehniku zvanu „brzo dobijanje izratka” zasnovanu na primeni tehnoloških formi definisanih pomoću AP224.

Primeri primene STEP-a u istraživačkim CAPP sistemima su brojni, a mogu se lepo ilustrovati razvijenim sistemom za izdvajanje tehnoloških formi opisanim u [12], slika 1. Ulaz predstavlja STEP ASCII fajl, izvezen iz modela dela napravljenog u nekom softveru koji obezbeđuje STEP interfejs. Njega pretražuje program napisan u C++ i upoređuje strukturu ASCII fajla sa obrascima koje ima u bazi podataka, razvijenoj prema standardu za odgovarajuću vrstu prikaza dela. Kada u njoj pronađe strukturu koja se odgovara nekoj tehnološkoj formi, prevodi je u odgovarajuće entitete definisane AP224.



Slika 1: Dijagram procesa izdvajanja tehnoloških formi na bazi primene AP224.

Još jedan interesantan primer primene AP224 za AFR dat je u [13]. Sistem se sastoji od ekspertnog sistema sa eksternom bazom znanja, koja se može lako dopunjavati i prilagoditi različitim tehnološkim primenama. Akvizicija znanja vrši se korišćenjem grafičke alatke ST-Developer koju je komercijalno razvila firma StepTools Inc. i koja služi da vizuelizuje informacije date u STEP ASCII fajlu. Izlazi iz sistema su NC kod i planovi procesa u *.rtf i *.xml formatu. U [14] dati su primeri algoritama za izdvajanje geometrijskih dimenzija i tolerancija, za pojedinačne tehnološke forme, kao i za slučajeve njihovog preklapanja. Neutralni format STEP se može koristiti i u sistemima projektovanja pomoću formi, ali tada ne govorimo o izdvajanju tehnoloških formi, već o njihovom prevođenju [15].

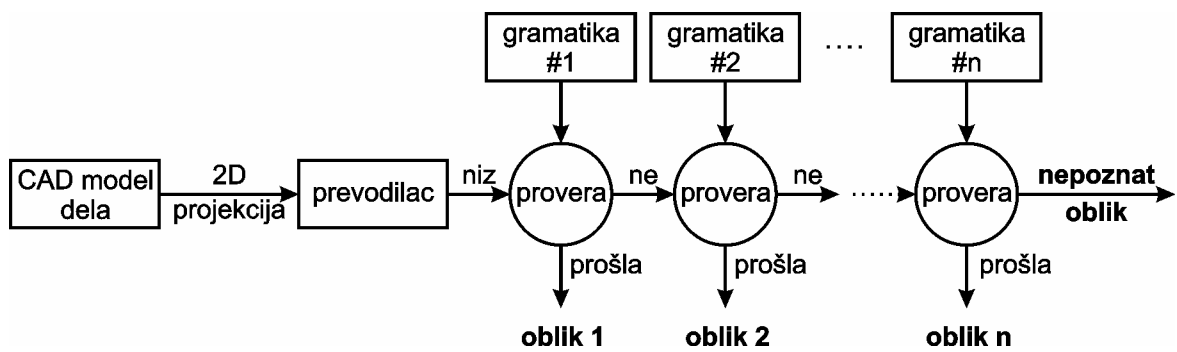
3. METODE ZA AFR SA PREPOZNAVANJEM OBRAZACA POMOĆU LOGIČKIH PRAVILA

Metode za automatsko prepoznavanje tehnoloških formi, sa prepoznavanjem obrazaca pomoću logičkih pravila, primenjuju sledeći osnovni princip: uparuju se strukture identifikovane u prikazu dela, formiranom jednom od metoda datih u tabeli 1, sa nekim od obrazaca u bazi znanja, pomoću if-then pravila. Od esencijalne važnosti je da ta pravila obezbede jednoznačnost definisanja formi: ne smeju postojati dve forme sa istom definicijom ili jedna forma sa više definicija u bazi znanja. Ispravno postavljeni, ovi sistemi obezbeđuju korektno i potpuno identifikovanje formi. Manu ovih sistema predstavlja odsustvo mehanizama za akviziciju znanja, što se javlja kao problem pri izdvajanju tehnoloških formi za koje ne postoji obrazac (pattern) u bazi znanja.

U literaturi se mogu naći brojni razvijeni sistemi koji koriste logički pristup za prepoznavanje tehnoloških obrazaca a razlikuju se u načinu formiranja prikaza dela u kome će se vršiti identifikacija tehnoloških formi: (i) sintaktičko prepoznavanje oblika, (ii) dijagrami stanja i automati, (iii) logička pravila i ekspertni sistemi, (iv) pristup zasnovan na grafovima, (v) pristup zasnovan na nagoveštajima, (vi) dekompozicija zapremine, (vii) ćelijska dekompozicija, (viii) hibridni sistemi.

3.1. Sintaktičko prepoznavanje oblika

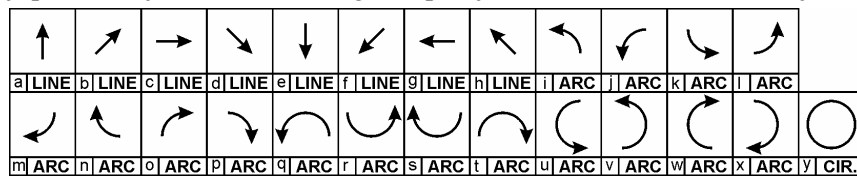
U sintaktičkom prepoznavanju oblika (syntactic pattern recognition) model dela se predstavlja određenim semantičkim primitivima napisanim u određenom jeziku [1]. Skup gramatika koje se sastoje iz nekih pravila definišu određeni oblik. Prevodilac za analizu ulazne rečenice se koristi radi primene gramatike nad opisom dela. Ako se sintaksa slaže sa gramatikom, onda se slika može klasifikovati u odgovarajuću klasu oblika. Postoje tri komponente prepoznavanja oblika, slika 2 [3]. Ulazni niz predstavlja semantički nepoznatu gramatiku. Semantika oblika će biti poznata ukoliko se može klasifikovati u neku grupu poznatih oblika (obrazaca). Klasifikacija se vrši proverom sintakse oblika, pri čemu se gramatika koristi za definisanje sintakse obrasca.



Slika 2: Arhitektura za sintaktičko prepoznavanje oblika.

Za sintaktičko prepoznavanje formi potrebno je definisati primitive oblika, kao i obezbediti automatsko prevođenje projektnog modela u opis pogodan za analizu sintakse (niz, string). Ovaj metod je prvi koncept AFR, koji je promovisao Kyprianou u svojoj doktorskoj disertaciji 1980. godine [7]. Češće i uspješnije se primenjuje za prepoznavanje dvodimenzionalnih oblika, a ako se koristi za 3D model, on se mora prethodno prevesti u 2D model dela.

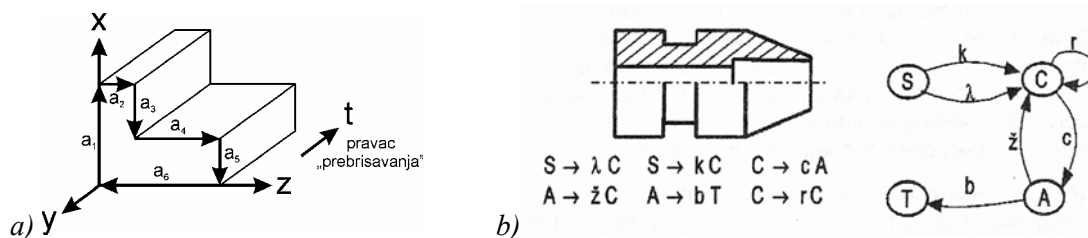
Primer jednog takvog sistema opisan je u [16]. Ovaj sistem je posebno interesantan zato što koristi žičani model prezentacije dela, uvezen iz AutoCAD-a, odn. izdvojen iz .dxf fajla. Razvijen je za prizmatične delove, što je ređi slučaj primene ove metode. Žičani model se predstavlja u obliku grafa temena-ivice, posebno za svaku od 6 strana paralelopipeda, čime je 3D model preveden u 2D model. Na delu se samo mogu razmatrati otvori, stepenici, žlebovi i ispupčenja ortogonalnih strana, pri čemu se sve potonje forme izvode iz otvora (stepenici su otvori bez dve, žlebovi bez jedne strane, a ispupčenja se razmatraju kao izvedene forme nastale izradom žlebova i stepenika). Zatim se grafovi prevode u stringove primitiva oblika, prema metodologiji prikazanoj slikom 3, a stringovi uparuju sa obrascima u bazi znanja.



Slika 3: Primitivi oblika.

3.2. Dijagrami stanja i automati

Dijagrami stanja i automati (*state transition diagrams and automata*) su prvi put upotrebljeni za AFR u CAPP sistemu CIMS/PRO, nastalom pod supervizijom prof. K. Iwate 1979. godine [4], [3]. Slični su kontekstno slobodnoj gramatici. Ako se stanja zamene neterminirajućim, a ulazi terminirajućim simbolima, može se napisati gramatika. Model dela se dobija korišćenjem operatora „prebrisanja prostora” kao unija tako dobijenih zapremina. Prebrisanje se za rotacione delove vrši rotiranjem konture oko ose dela, a za prizmatične transliranjem strane u odgovarajućem pravcu. Slikom 4a ilustrovan je CIMS/PRO prikaz dela za AFR prizmatičnih delova, a slikom 4b primer primene ovog pristupa za klasifikaciju familija rotacionih delova [17] (kompleksan deo, gramatike za kompleksan deo i automat za gramatiku grupne tehnologije).



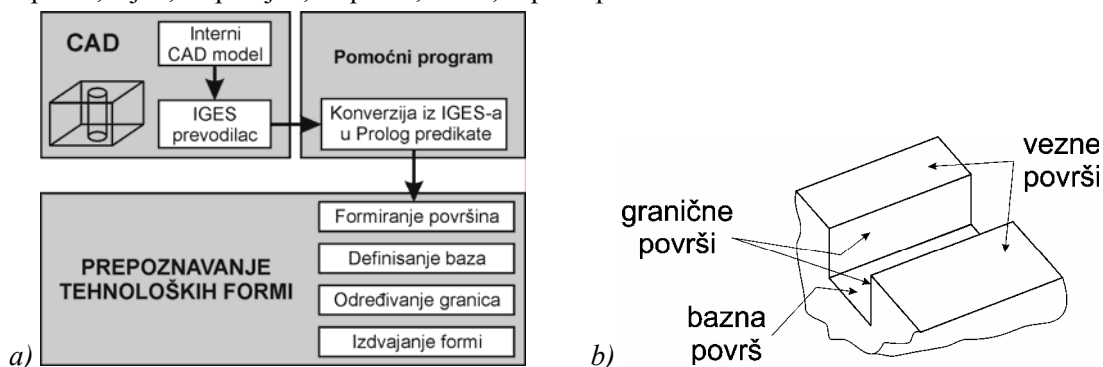
Slika 4: a) CIMS/PRO prikaz prizmatičnog dela; b) primena automata za grupnu tehn. rotacionih delova.

3.3. Logička pravila i ekspertni sistemi

Logički pristup (*logic approach*) su prvi upotrebili Henderson i Anderson [18]. Ako se formira set produkcionih pravila koja definišu tehnološke forme, u obliku IF $C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ THEN A, tada ta pravila obezbeđuju obrasce za AFR. Ako su svi uslovi (C_1, C_2, C_3) definisani obrascem zadovoljeni, tada je struktura u prikazu dela koja ih zadovoljava prepoznata kao odgovarajuća tehnološka forma A. Logički pristup imaju svi sistemi opisani u okviru treće tačke ovog rada, kao model za prepoznavanje obrazaca. Specifičnost

sistema opisanih u tački 3.3 je u tome što logički pristup spuštaju na nivo izdvajanja geometrijske informacije, bez formiranja posebnog prikaza dela, koji imaju ostali pristupi.

Primer jednog takvog sistema, razvijenog na Mašinskom fakultetu u Beogradu, opisan je u [1], [8] i [19]. Model dela se iz 3D solid modelera prevodi u IGES zapis (slika 5a). Zatim se, pomoćnim programom, IGES zapis prevodi u Prolog fakta. Prva faza prepoznavanja je izdvajanje površi i nalaženje baznih površi (površ forme koja ima konkavnu susednost sa bar jednom površi forme). Zatim se određuju granične površi (slika 5b). Osnovni kriterijum za prepoznavanje formi (izuzev otvora) je broj i tip graničnih površi. Za površi koje zadovoljavaju iste osnovne uslove, uvode se dopunski uslovi. Forme koje se mogu prepoznati su džep, ugaoni stepenik, žljeb, slepi žljeb, stepenik, otvor, rupa i upušten otvor.

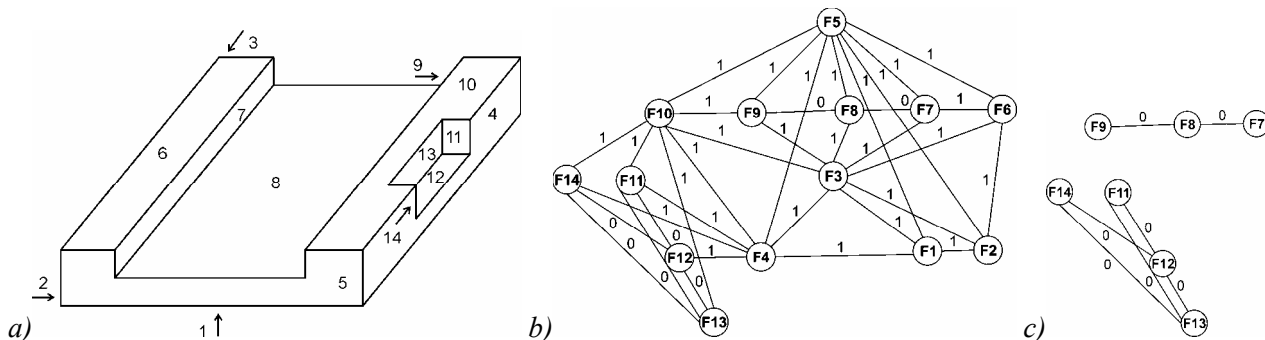


Slika 5: a) Model CAD/CAPP interfejsa; b) definicija površi koje čine formu.

Sledeći primer primene logičkog pristupa dat je u [20]. Izdvajanje geometrijskih informacija (CSG prikaz, što je ređi slučaj u istraživačkoj praksi) vrši se pretraživanjem tekstualnog fajla u API softvera SolidWorks, pomoću programa pisanog u VisualBasic programskom jeziku. Prepoznavanje se vrši upoređivanjem ekstrahovanih formi sa obrascima u bazi projektovanoj u Oracleu. Sistem je projektovan za prepoznavanje velikog broja tipova formi koje se javljaju na prizmatičnim delovima, ali nije sposoban da prepozna forme koje se preklapaju. Prepoznate forme se koriste dalje za automatsko generisanje planova procesa.

3.4. Pristup zasnovan na grafovima

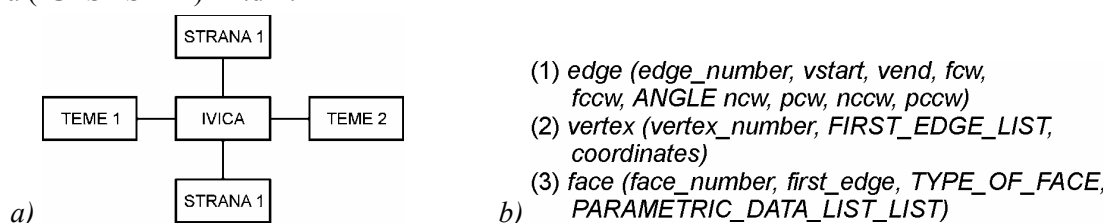
Pristup zasnovan na grafovima (*graph-based approach*) je razvio Joshi 1987. godine [3], sa ciljem formiranja prikaza dela u kome će biti sadržana topološka informacija i nešto od geometrijske informacije o delu. On je osmislio tzv. atribuirani graf susednosti (*attributed adjacency graph – AAG*) u koji se transformiše B-rep model dela projektovan u nekom solid-modeleru. AAG je graf u kome svaka grana nosi atribut „0”, ako joj završni čvorovi imaju konkavnu relaciju susednosti i „1”, ukoliko imaju konveksnu, slike 6a i 6b. Tehnološke forme predstavljaju podgrafove AAG dela i prepoznavanje formi se svodi na pronalaženje podgrafova koji se mogu upariti sa obrascima iz baze. Podgrafovi se analiziraju primenom logičkih pravila, koja se nazivaju „mehanizam za prepoznavanje” (*recognizer*). Takav pristup naziva se „izomorfizam podgrafova” (*subgraph isomorphism*) i predstavlja dugotrajan proces pretraživanja strukture AAG, koji je procesorski veoma zahtevan. Druga metoda je „deljenje grafa/izomorfizam grafova” (*graph partitioning/graph isomorphism*) [6]. Izdvajanje se vrši rasturanjem AAG u čvorovima koji imaju sve susedne strane konveksne (sve grane koje se u njima stiču nose atribut „1”), slika 6c. AAG koncept, u svom izvornom obliku, patio je od dva glavna nedostatka: primena samo za negativne, poliedarske forme (udubljenja poliedarskog oblika, bez krivih površi) i nemogućnost izdvajanja graničnih, već samo baznih formi. Problem izdvajanja površi koje su povezane samo s još jednom površi (npr. temena površ cilindričnog ispupčenja), ili s dve površi (obvojnica cilindričnog ispupčenja) razmatraju Gavankar i Henderson [21] i rešavaju primenom specijalnih algoritama.



Slika 6: a) Deo; b) njegov AAG [22], c) podgrafovi AAG [1].

Nedostatke AAG znatno ublažava koncept multi-atributivnog grafa susednosti (*multi-attributed adjacency graph – MAAG*), dodeljivanjem atributa koji preciznije opisuju relacije susednosti (npr. ravna i kriva površ čine konveksan ugao (270°) – atribut=2 [1]). Ukoliko se daje matični prikaz MAAG, tada se takav sistem naziva multi-atributivna matrica susednosti (*multi-attributed adjacency matrix – MAAM*). Prepoznavanje se vrši preko shema matrica susednosti, predefinisanih za svaku elementarnu formu.

Jedan od brojnih sistema baziranih na primeni MAAG projektovali su Venuvinod i Wong [23]. Specifičnost ovog sistema AFR ogleda se u tome što se iz CAD modela izdvajaju elementi B-rep prikaza formiranog prema EWEDS strukturi podataka. EWEDS (enhanced winged-edge data structure) predstavlja poboljšanu verziju tzv. „krilate strukture podataka”, koju je definisao Baumgart 1974. godine [23], slika 7a. WEDS je struktura podataka zasnovana ivicama koja obezbeđuje eksplicitno izraženu informaciju o stranama, ivicama i temenima objekta. Od svake obeležene strane, pokazivač ide ka njenim graničnim ivicama. Isto tako, pokazivač upućuje od svake ivice na njena temena (početno i krajnje). Svaka se ivica pojavljuje u tačno dve strane, jednom u smeru kazaljke na satu, a drugi put obrnuto, gledano sa nematerijalne strane objekta. U svim EWEDS (poboljšanim WEDS) dodaje se novi nivo podataka. Novi nivo podataka koji se ovde dodaje odnosi se na dopunske informacije o ivicama, temenima i stranama, koji olakšavaju prepoznavanje, a najvažnije informacije se odnose na tip strane i ugao pod kojim stoje za svaku presečnu ivicu. U novijim istraživanjima Venuvinod prelazi na koncept MAAM [24]. Koncept MAAM u svojim istraživanjima koriste i McCormack i Ibrahim [McCormack, Ibrahim, 2002], pri čemu se u njihovom sistemu za AFR izdvajanje geometrijske informacije vrši na eksternom principu, korišćenjem neutralnih formata podataka (IGES i STEP) ili .dxf.



Slika 7: a) WEDS; b) EWEDS (Prolog fakta) sa dopunskim informacijama (označeno velikim slovima) [23].

3.5. Pristup zasnovan na nagoveštajima

Pristup zasnovan na nagoveštajima (*hint-based approach*) je razvijen u cilju rešavanja problema proizvoljnih interakcija tehnoloških formi i predstavlja kombinaciju logičkog i pristupa zasnovanog na grafovima. Topološke, geometrijske i heurističke informacije o razmatranom delu koriste se kao nagoveštaji prisustva odgovarajuće tehnološke forme. Zapreminski najveća moguća nagoveštena forma se konstruiše i testira njena validnost. Metod su osmislili Vandenbrande i Requisha [6] i od tada su brojni istraživači doprineli njegovom poboljšanju u smislu broja prepoznatih formi, efikasnosti algoritama za AFR, korišćenja dopunskih informacija za nagoveštaje i nezavisnosti od primenjenog CAD modelera.

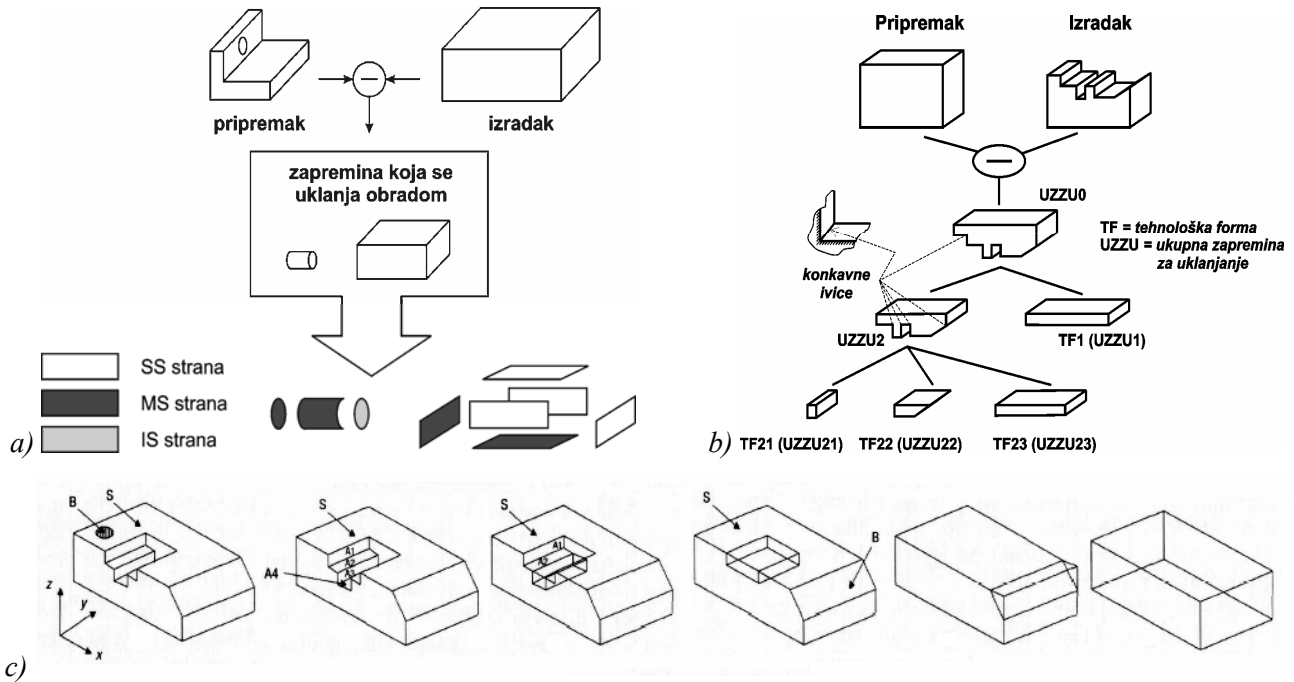
Primer takvog sistema AFR opisan je u [26]. Sistem je fokusiran na prepoznavanje formi u ortogonalnim i izometrijskim projekcijama dela, bez korišćenja informacija o skrivenim linijama. Ulaz u sistem predstavlja graf-prikaz projekcija inženjerskog crteža, koji prolazi kroz dvostepenu proceduru prepoznavanja formi: traženje profila (nalaženje 2D kontura u ortogonalnim projekcijama) i kompletiranje formi (utvrđivanje zapremine šupljina pridruženih tim konturama). Izometrijski prikaz se analizira ukoliko se u prethodnim koracima ne može izolovati tehnološka forma. Metod koristi strategiju „podeli i interpretiraj”: umesto iscrpljujuće analize čitavog crteža, sistem deli crtež na više delova koristeći informacije koje nagoveštavaju postojanje pojedinih formi i koje se po potrebi mogu dobiti analizom izometrijskog prikaza dela.

3.6. Dekompozicija zapremine

Pristup dekompozicije zapremine (*volume decomposition approach*) inicirao je Woo 1982 godine [5]. Određuje se poliedarska konveksna ljuska u koju može stati deo i razlika u zapremini između dela i njegove ljuske definiše se preko pojma „alternativni zbrovi zapremine” (*alternating sum of volumes = ASV*). Kim je 1992. godine obezbedio konvergentnost metoda uvođenjem pomoćne procedure deljenja ASV (ASV with partitioning = ASVP). Wang je 1993. godine razvio pristup „rasta unazad” (*backward growing approach*), u cilju efikasnijeg rešavanja problema preklapajućih formi, koje se mogu prepoznati ko pojedinačna forma ili set trivijalnih formi.

Jedan od primera pristupa baziranih na ASVP opisan je u [7]. Miao, Sridharan i Shah razmatraju, pored osnovnih, i tehnološke forme sa stranama slobodnog oblika, uz ograničenje da se mogu izraditi na 2.5- i 3-osnim obradnim centrima. Izdvajanje geometrijske informacije vrši se po eksternom principu, korišćenjem neutralnog STEP ili IGES formata eksportovanog iz CAD modela dela, sa B-rep. Strane u ASVP dobijaju

atribute u zavisnosti da li su deo priprema (SS), izradka (MS) ili su nastale u nekoj međufazi izrade (IS). Definisan je opšti set formi koje nastaju kao jedinstvena kombinacija SS, MS i IS. Nezavisne forme se direktno prepoznaju na osnovu uparivanja sa obrascima, dok se preklapajuće forme najpre dele preko petlji konkavnih ivica. Ilustracija sistema data je slikom 8a.



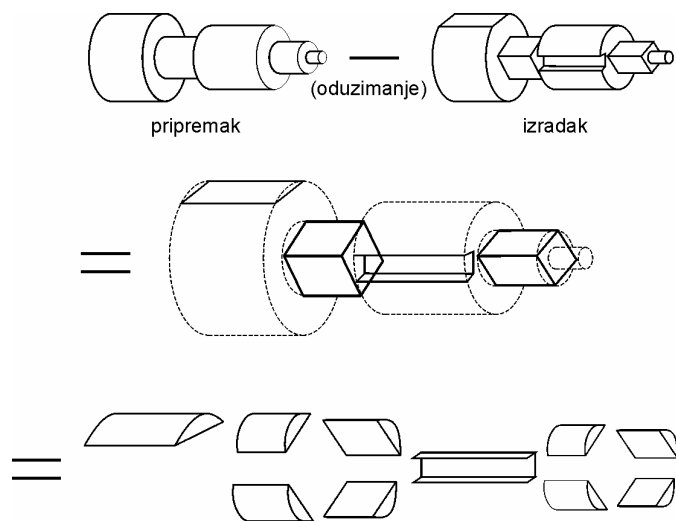
Slika 8: AFR sistemi **a)** Miao et al, 2002; **b)** Dong, Vijayan, 1997; **c)** Nagaraj, Gurumoorthy, 2001.

Sličan sistem razvili su i Dong i Vijayan [27]. Od priprema se oduzimaju zapremine koje se mogu izraditi jednim prolazom – optimalna od brojnih mogućnosti dobija se pomoću optimizacionog matematičkog modela. Izdvajanje geometrijske informacije i formiranje prikaza dela za AFR vrši se grafičkim poređenjem dela i priprema (slika 8b), a uparivanje sa predefinisanim tehnološkim formama (obrasima) pomoću if-then pravila.

Primer za pristup rasta unazad opisan je u [28]. Izvodi se identifikacija udubljenja u odnosu na najdalju spoljnu površinu dela tako što se ona postepeno popunjavaju predefinisanim primitivima obrade (slika 8c). Od korišćenih primitiva formira se CSG drvo u kome se oni mogu prepakivati u odnosu na proizvoljni pripremak. Specifičnost ovog pristupa je u tome što razmatra i pripreme dobijene sabijanjem i livenjem.

3.7. Čelijska dekompozicija

Metod ćelijske dekompozicije (*cell decomposition method*) razvili su Tseng i Joshi i biće objašnjen na primeru AFR za delove koji se izrađuju i struganjem i glodanjem [5]. Ulazna geometrijska informacija (B-rep) se dobija postprocesiranjem .txt fajla u API-u ACIS solid-modelera. Metodologija se sprovodi u nekoliko koraka (slika 9): (1) identifikuje se ukupna zapremina koja se skida obradom T, kao razlika priprema i gotovog dela, (2) ukupna zapremina se dekomponuje na jedinične zapremine po svim površima u kojima produžene strane gotovog dela presecaju zapreminu T, (3) spajaju se sve zapremine koje imaju zajedničke strane ili koplanarne susedne strane, kako bi se dobile maksimalne ćelije koje se mogu izraditi jednim prolazom i (4) za prizmatične strukture formira se AAG prikaz ćelija i vrši prepoznavanje – uparivanje sa obrascima na bazi logičkih pravila; za rotacione strukture vrši se sintaktičko prepoznavanje oblika.



Slika 9: Ilustracija metoda ćelijske dekompozicije.

4. ZAKLJUČAK

AFR je prvi i najvažniji korak u prevođenju informacija definisanim CAD modelom dela u tehnološki primenljive instrukcije. Eliminacija potrebe za tehnologom iz ovog zadatka je esencijalna za razvoj potpuno automatizovanog CAPP sistema. Prednosti automatskog prepoznavanja tehnoloških formi u odnosu na projektovanje pomoću formi su znatna ušteda vremena i ljudskih resursa zamenom humanog eksperta/tehnologa računarom, kao i obezbeđenje željene funkcionalnosti projektovanog dela, bez ograničavanja slobode u projektovanju mogućnostima biblioteke predefinisanih tehnoloških formi. Ipak, uprkos velikim istraživačkim naporima, ovaj pristup još uvek pati od brojnih nedostataka [29] (kompleksnost algoritama za prepoznavanje, posebno u slučaju formi koje se preklapaju – veliki je problem odrediti koje će se forme eksplicitno izraditi i za koje se formiraju planovi procesa, a koji će oblici biti implicitno izrađeni pri obradi nekih drugih; broj tipova tehnoloških formi koji se mogu efikasno prepoznati – veoma mali broj istraživanja se vrši u domenu neortogonalnih i proizvoljnih formi; tehnološka informacija koju nosi prepoznata forma nije dovoljna za jednoznačno određivanje vrste obrade za njenu izradu itd.) i trenutno još uvek ne postoji sveobuhvatni algoritam koji bi obezbedio potpunu automatizaciju procesa prepoznavanja tehnoloških formi. Novija istraživanja u oblasti AFR usmerena su ka iznalaženju efikasnijih algoritama za izdvajanje potrebnih geometrijskih informacija iz CAD modela i akviziciji znanja u bazi tehnoloških obrazaca primenom veštačkih neuronskih mreža i drugih naprednih tehnika veštačke inteligencije.

REFERENCE

- [1] Babić, B., *Projektovanje tehnoloških procesa*, Mašinski fakultet, Beograd, 2004.
- [2] Marquez, M., White, A., Gill, R., *A Hybrid Neural Network – Feature Based Manufacturability Analysis of Mould Reinforced Plastic Parts*, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Vol. 215, Part B, pp. 1065-1079, 2001.
- [3] Chang, T.-C., *Expert Process Planning for Manufacturing*, Addison-Wesley Publishing Company, USA, 1990.
- [4] Zhang, H.-C., Alting, L., *Computerized manufacturing Process Planning Systems*, Chapman & Hall, UK, 1994.
- [5] Tseng, Y.-J., Joshi, S. B., *Recognition of Interacting Rotational and Prismatic Machining Features from 3D Mill-Turn Parts*, International Journal of Production Research, Vol. 36, No. 11, pp. 3147-3165, Taylor & Francis Ltd., 1998.
- [6] Owodunni, O., Hinduja, S., *Evaluation of Existing and New Feature Recognition Algorithms – Part 1: Theory and Implementation*, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Vol. 216, Part B, pp. 839-851, 2002.
- [7] Miao, H. K., Sridharan, N., Shah, J. J., *CAD-CAM Integration Using Machining Features*, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 15, No. 4, pp. 296-318, Taylor & Francis, 2002.
- [8] Babić, B., *Development of an Intelligent CAD-CAPP Interface*, Proceedings of the International Conference on Intelligent Technologies in Human-Related Sciences, Léon, Spain, 1996
- [9] ISO 10303, parts 1, 11, 21, 42, 224, 324, ISO, Geneva, 1994-2000.
- [10] Nešić, N., Majstorović, V., *Razvoj sistema za inteligentno planiranje inspekcije*, Nacionalni naučno-stručni časopis „Menadžment totalnim kvalitetom”, Vol.32, No.2, Beograd, 2004.
- [11] NN, *What is GPPE?*, AMP-STEP Newsletter, Vol. 1, No. 1, pp. 1-3, South Carolina Research Authority, USA, 1993.
- [12] Bhandarkar, M. P., Nagi, R., *STEP-Based Feature Extraction from STEP Geometry for Agile Manufacturing*, Computers in Industry, No. 41, pp. 3-24, Elsevier, 2000.
- [13] Sharma, R., Ghao, J. X., *Implementation of STEP Application Protocol 224 in Automated Manufacturing Planning System*, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Vol. 216, Part B, pp. 1277-1289, 2002.
- [14] Gao, J., Zheng, D. T., Gindy, N., Clark, D., *Extraction/Conversion of Geometric Dimensions and Tolerances for Machining Features*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Springer-Verlag London Ltd., 2004.
- [15] Gao, J., Zheng, D. T., Gindy, N., *Extraction of Machining Features for CAD/CAM Integration*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 24, pp 573-581, Springer-Verlag London Ltd., 2004.
- [16] Jain, P. K., Kumar, S., *Automatic Feature Extraction in PRIZCAPP*, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 11, No. 6, pp 500-512, Taylor & Francis, 1998.
- [17] Milačić, V., *Teorija projektovanja tehnoloških sistema*, Mašinski fakultet, Beograd, 1987.
- [18] Henderson, M. R., Anderson, D. C., *Computer Recognition and Extraction of Form Features: a CAD/CAPP link*, Computers in Industry, Vol. 5, pp. 329-339, 1984.

- [19] Babić, B., Miljković, Z., *Feature Recognition as the Basis for Integration of CAD and CAPP Systems*, The Second World Congress on Intelligent Manufacturing Processes and Systems, Proceedings, pp. 596-601, Budapest, 1997.
- [20] Sadaiah, M., Yadav, D. R., Mohanram, P. V., Radhakrishnan, P., *A Generative CAPP System for Prismatic Components*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 20, pp 709-719, Springer-Verlag London Ltd., 2002.
- [21] Gavankar, P. S., Henderson, M. R., *Graph-Based Extraction of Two-Connected Morphological Features from Boundary Representations*, Journal of Intelligent Manufacturing, Vol. 6, pp. 401-413, Chapman & Hall, 1994.
- [22] Joshi, S., Chang, T.-C., *Graph Based Heuristics for Recognition of Machined Features from 3D Solid Model*, Computer Aided Design, Vol. 20(2), pp. 58-66, 1988.
- [23] Venuvinod, P. K., Wong, S. Y., *A Graph-Based Expert System Approach to Geometric Feature Recognition*, Journal of Intelligent Manufacturing, Vol. 6, pp. 401-413, Chapman & Hall, 1994.
- [24] Yuen, C. F., Venuvinod, P. K., *Geometric Feature Recognition: Coping With the Complexity and Infinite Variety of Features*, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 12, No. 5, pp. 439-452, Taylor & Francis, 1999.
- [25] McCormack, A. D., Ibrahim, R. N., *Process Planning Using Adjacency-Based Features*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 20, pp 817-823, Springer-Verlag London Ltd., 2002.
- [26] Meeran, S., Taib, J. M., Afzal, M. T., *Recognizing Features from Engineering Drawings Without Using Hidden Lines: a Framework to Link Feature Recognition and Inspection Systems*, International Journal of Production Research, Vol. 41, No. 3, pp. 465-495, Taylor & Francis Ltd., 2003.
- [27] Dong, J., Vijayan, S., *Features Extraction with the Consideration of Manufacturing Processes*, International Journal of Production Research, Vol. 35, No. 8, pp. 2135-2155, Taylor & Francis Ltd., 1997.
- [28] Nagaraj, H. S., Gurumoorthy, B., *Automatic Extraction of Machining Primitives with Respect to Preformed Stock for Process Planning*, Journal of Manufacturing Systems, Vol. 20, No. 3, pp. 210-222, Society of Mechanical Engineers, 2001.
- [29] Lam, S. M., Wong, T. N., *Recognition of Machining Features – a Hybrid Approach*, International Journal of Production Research, Vol. 38, No. 17, pp. 4301-4316, Taylor & Francis Ltd., 2000.

Nešić, N., Babić, B., Miljković, Z.

A REVIEW OF AUTOMATED FEATURE RECOGNITION WITH RULE-BASED PATTERN RECOGNITION

Abstract: *Automated feature recognition (AFR) has provided the greatest contribution to fully-automated CAPP system development. In this paper, a novel, detailed classification of developed AFR systems has been introduced which includes various approaches for solving three major AFR problems: (i) extraction of geometric primitives from a CAD model, (ii) defining a suitable part representation for form feature identification and (iii) feature pattern matching/recognition. This paper also provides a thorough of methods for geometric information extraction emphasizing STEP standards application , and, finally a review of advanced research reports in a field of AFR with rule-based feature pattern recognition.*

Keywords: *CAPP, Automated Feature Recognition, B-rep, STEP, logic rules.*



Бабић Б.¹

ДИНАМИЧКО ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТЕХНОЛОШКИХ ПРОЦЕСА И ТЕРМИНИРАЊЕ ПРОИЗВОДЊЕ

Резиме: Глобална конкуренција уводи производњу у нову еру. Један од главних услова за конкурентни наступ на глобалном тржишту је способност брзе и ефикасне испоруке нових производа. Интеграција пројектовања технолошких процеса и терминирања може значајно да допринесе подизању продуктивности кроз смањење циклусних времена и повећање степена искоришћења опреме. У складу са аксиоматском теоријом пројектовања дефинисана су три домена: домен захтева, домен процеса и домен система. У раду се посебно посматра пресликавања између домена процеса и домена система у циљу интеграције пројектовања процеса и терминирања производња.

Кључне речи: пројектовање технолошких процеса, терминирање, симулација, аксиоматска теорија

1 УВОД

Произвођачи се данас суочавају са све већом непредвидљивошћу окружења услед промена захтева купаца, глобалне конкуренције, напретка технологије и сл. Способност брзе и ефикасне испоруке нових производа је један од главних услова за успех на тржишту. Паралелно (симултано) пројектовање производа и технолошких процеса се користи за подизање ефикасности и квалитета производње. Уобичајено је да се пројектовање технолошких процеса и терминирање производње обављају раздвојено. Са друге стране обе ове функције директно утичу на ток делова кроз технолошки систем, приоритете обраде и сл. Интегрисање обе две функције би дало значајна унапређења кроз смањење конфликта терминирања, смањење циклусних времена и повећање степена искоришћења производних ресурса.

2 ДЕФИНИЦИЈА ДОМЕНА И ПРЕСЛИКАВАЊА

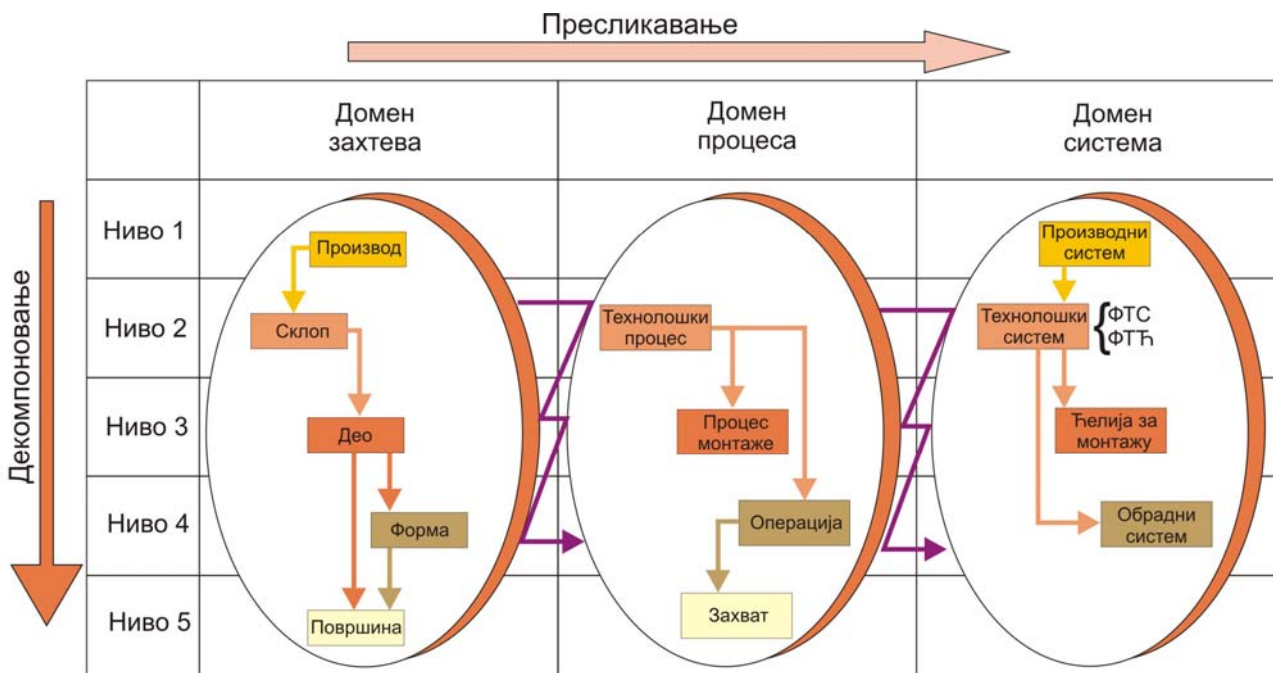
У складу са аксиоматском теоријом пројектовања [1,2] модел интегрисаног пројектовања технолошких процеса и терминирања се може представити у виду два узастопна пресликавања између три домена. Три домена су: домен захтева, домен процеса и домен система.

Домен захтева описује технолошки задатак који треба извршити, а подразумева спецификацију и структуру производа које треба произвести у датом року (производни план).

Домен процеса је усмерен на реализацију производа кроз серију трансформација материјала, информација и енергије. Процес трансформације материјала подразумева промене облика и/или својстава материјала кроз процесе обраде, као и обликовање склопова и подсклопова. Интерна и екстерна размена информација треба да обезбеди адаптацију и развој у односу на пословно окружење. Кроз правилно одржавање информационих токова обезбеђују се основе за правилно руковођење и управљање процесима, као и интеракција са окружењем у циљу прилагођавања сталним променама услова пословања.

Домен система је физички носилац одређених функција у оквиру којег се реализују одговарајући процеси описани у домену процеса.

¹ Др Бојан Р. Бабић, ванр. проф., Машински факултет Универзитета у Београду, Катедра за производно машинство, e-mail: bbabic@mas.bg.ac.yu



Слика 1. Домен и пресликавања

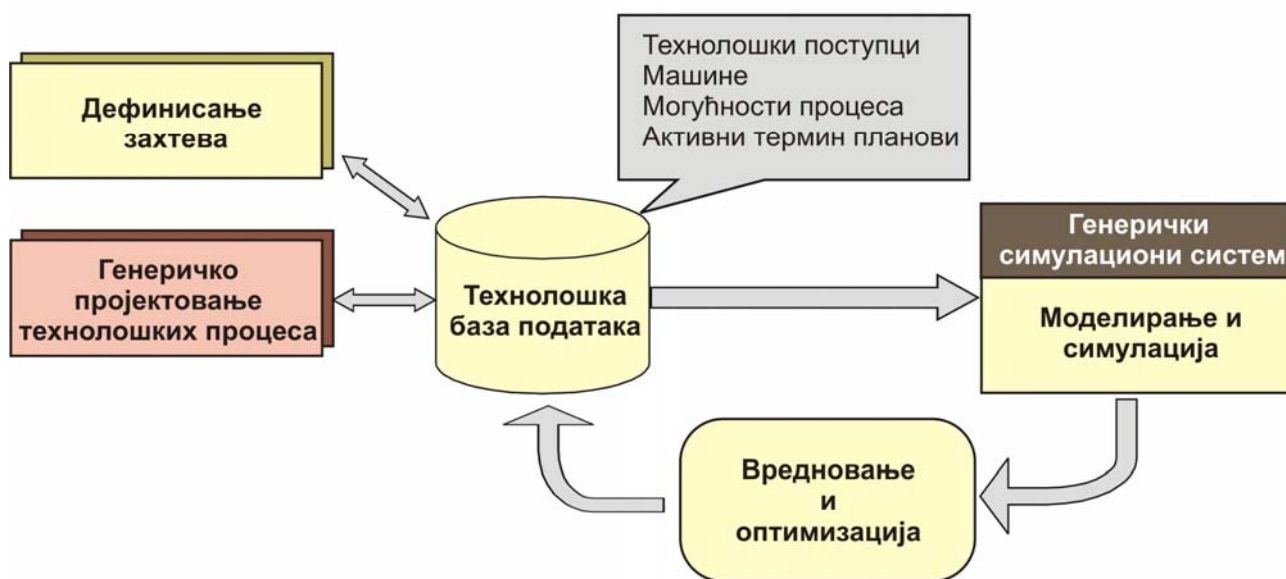
Према аксиоматској теорији [1,2] домен са леве стране представља захтеве или циљеве (шта треба остварити), док домен на десној страни представља пројектно решење, односно описује како се задовољавају постављени услови. Пресликавање између суседних домена представља процес пројектовања за изналагање одговарајућег решења за постављене захтеве.

Домен захтева садржи информације о производима које треба произвести заједно са захтевима, критеријумима и ограничењима руководства компаније. У циљу реализације постављених захтева пројектанти треба да дефинишу одговарајуће процесе за сваки од елемената у хијерархији домена захтева. Дакле, пресликавање из домена захтева у домен процеса представља изналагање техничких и пословних метода производње производа, компоненти, форми итд. уз задовољење постављених критеријума и ограничења. Постоји више стратегија пресликавања које зависе од пословне стратегије компаније, тренутне расположивости капацитета, уговорених рокова и сл. На пример, део производње може бити подуговорен са неком другом компанијом, уколико не постоје расположиви ресурси за остваривање уговореног посла у датом року. Домен процеса се може посматрати и као функционални домен.

Домен система је физички носилац реализације функција описаних у домену процеса. Пресликавање из домена процеса у домен система представља изналагање могућих решења за функционалне захтеве у домену процеса.

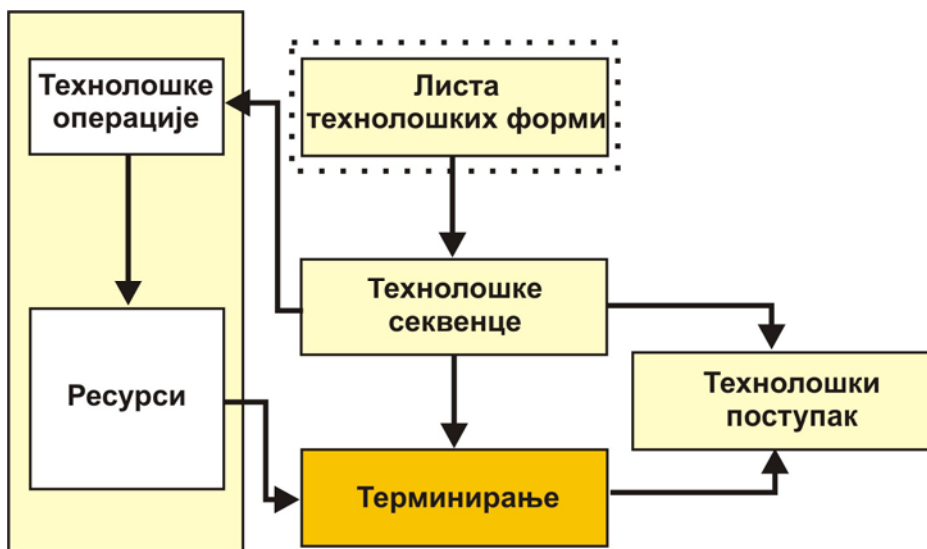
3 СИСТЕМ ЗА ИНТЕГРИСАНО ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПРОЦЕСА И ТЕРМИНИРАЊЕ

Систем за подршку планирању и терминирању треба да обезбеди сталну проверу ефикасности технолошког система као и могућност провере уклапања нових термин планова у складу са новим поруцбинама. Главни део овог система је генерички симулациони систем у оквиру којег постоје подмодели који се односе на производне ресурсе (машине, транспортне уређаје, складишта и сл.) [6].



Слика 2. Структура интегрисаног система

На слици 2 приказана је структура интегрисаног система за пројектовање технолошких процеса и терминирање. У оквиру модула за генеричко пројектовање технолошких процеса врши се пресликавање из домена захтева у домен процеса. За делове који су садржани у одређеној поруџбини се издвајају листе технолошких форми. За појединачне технолошке форме или за кластере технолошких форми се генеришу алтернативне технолошке секвенце у смислу коришћења алтернативних ресурса (слика 3).



Слика 3 Модул за генеричко пројектовање технолошких процеса

Ово пресликавање се заснива на типским захватима који се могу дефинисати за сваку форму. Пресликавање *технолошка форма* \Rightarrow *типски захват* није једнозначно. На пример, обрада отвора, зависно од захтеваних мера и тачности, може се остварити унутрашњим стругањем, простругивањем или захватима бушења. Поменути захвати могу се реализовати на различитим обрадним системима (струг, обрадни центар, бушилица). Према томе пресликавања из домена захтева у домен процеса и из

домена процеса у домен система нису једнозначна. Постоји више решења за један технолошки задатак. До оптималног решења долази се кроз процес симулације за алтернативна решења.

4 ЗАКЉУЧАК

Перформансе технолошких система у великој мери зависе од интеграције елемената технолошког система. Последњих година улажу се велики напори за подизање перформанси технолошких система и боље искоришћење елемената система кроз интеграцију пројектовања технолошких процеса и функција управљања производним активностима. У многим производним системима пажња је била усмерена на пословну оптимизацију и пословну ефикасност без узимања у обзир обраде поруџбина, управљања производним активностима и пројектовања процеса. Комбиновањем ових активности интегришу се пословни и производни домен. У раду је приказан модел за интегрално пројектовање технолошких процеса и терминирање који омогућује генерисање алтернативних технолошких поступака, проверу њиховог уклапања у производњу кроз симулацију. Овакав приступ задовољава захтеве агилних технолошких система: брз одзив на наруџбине (захтеве) и смањење времена и трошкова процеса реализације производа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Suh, N.P., *The principles of design*, Oxford University Press, (1990)
- [2] Babic, B., Axiomatic design of flexible manufacturing systems, *International Journal of Production Research*, vol. 37. no 5, (1999)
- [3] Chan, F.T.S., Zhang, J., Li, P., Modelling of integrated, distributed and cooperative process planning system using an agent-based approach, *Proc. Instn. Mech. Engrs. Vol 215 Part B*, (2001)
- [4] Tong, J., Van Luttervelt, C.A., Wedman, F.W., Biker, H., Computer-guided system for design of factories, *Int. J. Computer integrated manufacturing*, vol. 16, no 7-8, (2003)
- [5] Balogun, O., Hawisa, H., Tannock, J., Knowledge management for manufacturing: the product and process database, *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 15, no 7, (2004)
- [6] Babić, B., Putnik, G., (1999) A hierarchical model of distributed simulation of manufacturing systems, *International Conference on Advances in Production Management Systems APMS '99*, Kluwer, Berlin.

DYNAMIC PROCESS PLANNING AND SCHEDULING

Abstract: *Global competition has brought manufacturing into a new era. An enterprise's ability to deliver new products quickly and efficiently to market is one of the major requirements of today's global competitive success. The integration of process planning and scheduling can introduce significant improvements through reduction of flow time and work in process and increased utilization of production resources. In accordance with Axiomatic design theory three domains are defined: requirement domain (needs specification), process domain and manufacturing system domain. The mapping between adjacent domains represents a design process to conceive the suitable solution. The focus in the paper is on the mapping between process domain and manufacturing system domain in order to obtain integration of process planning and scheduling.*

Key words: *process planning, production scheduling, simulation, axiomatic theory*



ALGORITAM ZA OPTIMIZACIJU KROJENJA PLOČASTIH MATERIJALA

Rezime

Mada je optimizacija krojenja pločastih materijala predmet razmatranja mnogih literalnih izvora ne postoje generalni modeli i algoritmi za rešenje ovog problema. Razlog leži u višestrukosti mogućih rešenja i različitim ciljevima i ograničenjima koja se nameću u raznovrsnim primenama. U radu je prvo definisan problem krojenja pravougaonih pločastih segmenata sa odgovarajućim ograničenjima, zatim dat osvrt na prilaze posmatranom problemu, i na kraju prikazan izabrani algoritam za optimizaciju. Rad je nastao kao rezultat razvoja programskog rešenja za krojenje pločastih materijala na bazi drveta. Prikazani algoritam uzima u obzir postojanje različitih veličina ploča za krojenja ali ne razmatra mogućnost rotacije delova na ovim pločama.

1. UVOD

Problematika optimalnog rasporeda određenih elemenata unutar ograničenog prostora bez njihovog preklapanja, bilo da se radi o pakovanju, krojenju, delenju procesorskih resursa, ili nekom drugom sličnom praktičnom problemu je predmet razmatranja mnogobrojnih naučnih i stručnih radova poslednjih 30-ak godina, uključujući i magistarske [5] i doktorske teze [4]. U radu [3] je dat obiman pregled naučnih radova, metodoloških pristupa i publikacija iz ove oblasti.

Ovde se posmatra problem optimalnog krojenja pločastih materijala kao jedan od mnogobrojnih problema sličnog tipa. Naime, u opštem slučaju problem pakovanja ili sečenja se može bez stroge formalnosti definisati na sledeći način. Neka je dat skup elemenata n_i ($i=1, \dots, N$) svaki sa određenim brojem pripadajućih parametara b_{ij} ($j=1, \dots, B$), i neka je dat prostor π sa parametrima p_k ($k=1, \dots, K$) koji ga definišu. Problem se postavlja kao nalaženje optimalnog rešenja koje posmatrane elemente raspoređuje ili pakuje u okviru granica prostora π (1D, 2D ili 3D prostor) tako da data ciljna funkcija pakovanja $F=F(b_{ij}, p_k)$ ima maksimalnu vrednost i da se elementi ne preklapaju ni po kom osnovu. Različiti pojavni oblici elemenata n_i (npr. periodi vremena procesorskog rada, komadi pločastog nameštaja, komadi platna, razni elementi sa težinskim, vremenskim, geometrijskim ili finansijskim parametrima ...), njima odgovarajućih prostora π (npr. vreme rada procesora, table pločastog materijala, rolne tekstila, kutije sa ograničenom zapreminom ili težinom, vremenski periodni, sume novca, ...) i ciljnih funkcija F (npr. minimizacija vremena, prostora, novca, komada repromaterijala ...) rezultuju mnogobrojnim sličnim i različitim varijantama posmatranog problema optimizacije. Pošto je broj elemenata n_i najčešće relativno veliki i kako ograničenja koja se nameću problemu optimizacije obično ostavljaju veliki prostor za varijantnost rešenja, nije uvek moguće lako i brzo naći optimalno rešenje. Zbog toga se obično kao osnovni cilj posmatrane optimizacije postavlja pronalaženje zadovoljavajućeg rešenja koje je blizu optimalnom. To dalje rezultira velikim brojem načina i pristupa približavanju optimalnom rešenju.

Analizirajući postojeće pristupe može se zaključiti da su oni s jedne strane nastajali na osnovu potreba za rešenjem konkretnih problema. S druge strane, kao posledica teorijskih razmatranja problema posmatranog tipa od strane matematičara razvijani su odgovarajući teorijski pristupi i algoritmi. Tako se u literaturi sa aspekta teorije kompleksnosti rešenja posmatrani problem definiše kao problem NP-težine. Naime, teorija kompleksnosti kao deo teorije izračunavanja razmatra potrebne resurse za rešenje određenih problema. Najčešće su ti resursi vreme (koliko koraka je potrebno preduzeti do rešenja problema) i prostor (koliko memorije je potrebno za rešenje problema). Ovu teoriju treba razlikovati od teorije izračunljivosti koja razmatra da li problem može biti rešen sa određenim resursima. Neformalno se prema pomenutoj teoriji NP (Non-deterministic Polynomial-time) problem može opisati kao problem za koji možemo u realnom (tzv.

¹⁾ Borislav Kovljenić, dipl. maš. ing., bkovljenic@mas.bg.ac.yu, Mr. Radomir Ivanović, dipl. maš. ing., rivanovic@mas.bg.ac.yu, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Kraljice Marije 16, 11 120 Beograd 35

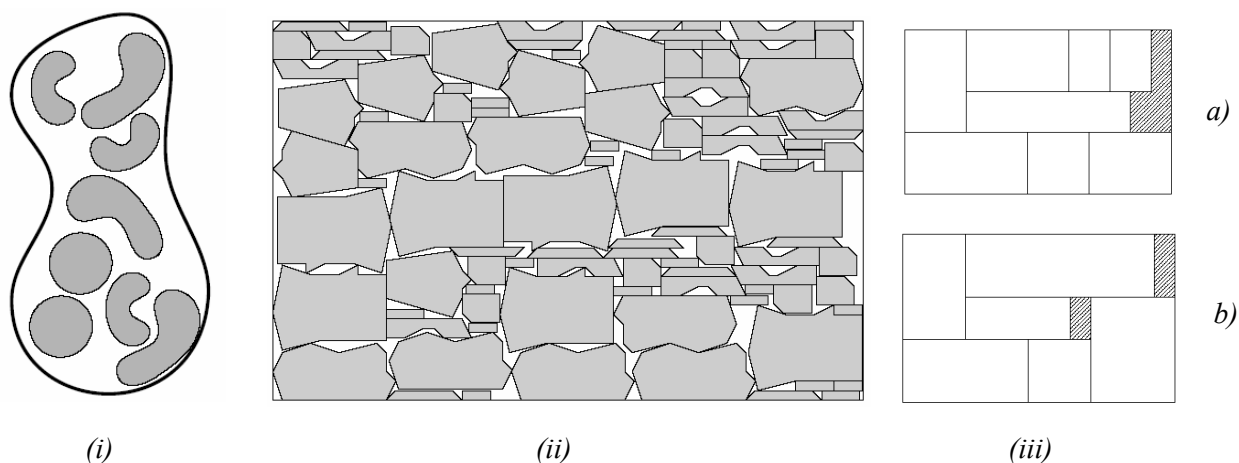
polinomskom) vremenu da testiramo da li je potencijalno rešenje korektno, ne brinući koliko je teško doći do tog rešenja. Formalna definicija izlazi iz okvira ovog rada jer u sebe uključuje niz pojmova kao što su nedeterministička Turing-ova mašina, polinomsko vreme i dr., [6].

Najčešće korišćeni pristupi pri rešavanjanju posmatranih problema temelje se na poznatim naučnim teorijama i praksama i moguće ih je svrstati u grupe pristupa na bazi: (i) linearnog programiranja, (ii) genetskih algoritama, (iii) neuronskih mreža, (iv) verovatoće i statistike, (v) drugih matematičkih modela optimizacije. S druge strane moguće je sve pristupe klasifikovati prema načinu dolaženja do rešenja na: (i) algoritamske ili egzaktne metode (traženje optimalnog rešenja), (ii) heurističke pristupe ("hvatanje" zadovoljavajućeg rešenja bliskog optimalnom), i (iii) metaheurističke pristupe (kombinacija prethodna dva, heuristike su u prvim koracima približavanja).

Egzaktne metode koriste tehnike linearnog i dinamičkog programiranja za nalaženje optimalnih rešenja. Međutim samo mali broj rešenja je sa aspekta obima i vremena proračuna zahvalan za nalaženje optimalnog rešenja. Osnovni nedostatak ovih metoda je što ne mogu dati dobre rezultate za probleme sa velikim brojem elemenata. Heuristički metodi se primenjuju tamo gde je potrebno obezbediti dobra mada ne i nužno optimalna rešenja. Pojavilo se mnogo prilaza koji su formulisani u nastojanju da se dobije zadovoljavajuće pakovanje u prihvatljivom vremenu, čak i u slučajevima sa velikim brojem elemenata. Dva najviše razmatrana i dokumentovana heuristička prilaza su BL (bottom-left) i BLF (bottom-left-fill) metodi [1], [2]. Danas najbolji poznati algoritmi baziraju na metaheurističkom pristupu. Naime, većina istraživanja i rešenja za posmatrane probleme je usmerena na aproksimativne prilaze i tehnike za dobijanje zadovoljavajućih rešenja bliskih optimalnim. Osnovna ideja ovih prilaza je u uvođenju ograničenja i pravila raspoređivanja koja smanjuju broj mogućih kombinacija rasporeda elementa n_i , zatim se u tom prostoru pronalazi optimalno ili njemu vrlo blisko rešenje, uz moguću primenu dodatnih tehnike ispitivanja, vrednovanja i poboljšanja ovih rasporeda.

2. OPTIMIZACIJA KROJENJA PLOČASTIH MATERIJALA

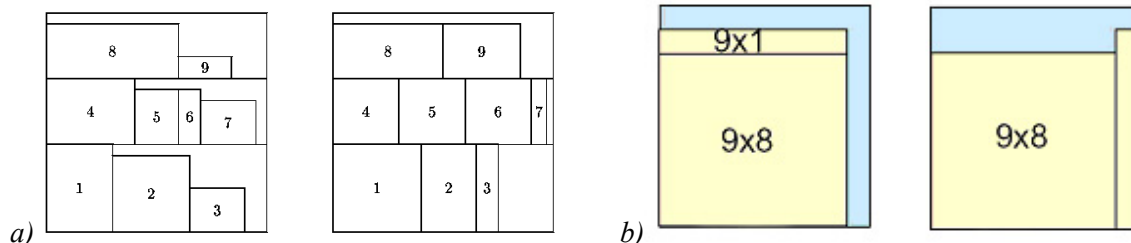
Zavisno od uslova krojenja mogu se identifikovati sledeći osnovni slučajevi pri optimizaciji krojenja pločastog materijala: (i) kao najopštiji teorijski slučaj uočava se optimizacija krojenja tabli složenog oblika (konture) na određen broj delova složenog oblika, slika 1.i; (ii) kako se pločasti repromaterijal obično nalazi u obliku tabli ili koturova najopštiji praktičan slučaj je optimizacija krojenja pravougaonih tabli, odnosno koturova materijala na određen broj delova složenog oblika, slika 1.ii; (iii) jednostavniji od prethodnog je slučaj optimizacije krojenja pravougaonih tabli, odnosno koturova materijala na određen broj delova pravougaonog oblika, slika 1.iii.



Slika 1. Optimizacija rasporeda delova delova složenih i pravougaonih kontura

Mogu se javiti i varijacije prethodnih slučajeva sa pločama i delovima poligonalnog i/ili kvadratnog oblika, zatim sa pločama repromaterijala različitih dimenzija i sa i bez orijentacije delova i ploča repromaterijala. Dalje se zavisno od uslova krojenja mogu uočiti slučajevi sa: (i) krojenjem materijala na trake pri raspoređivanju delova istih ili različitih širina, slika 2.a.; (ii) krojenje materijala sa rezovima preko čitavih strana ploče (tzv. giljotina krojenje), slika 1.iii-a), ili bez ovog uslova, slika 1.iii-b); (iii) krojenje delova iz koturova (traka). U slučajevima gde delovi nisu pravilnih oblika obično se problem nastoji svesti na pravougaono pakovanje i generalno postoje dva tipa prilaza ovom problemu poznati pod nazivima gnežđenje (nesting) i pakovanje (packing).

Ovde se posmatra tzv. pravougaoni problem optimizacije krojenja tabli pločastog materijala i može se definisati na sledeći način. Potrebno je naći optimalan raspored n pravougaonih komada, koji su definisani širinom w_i i dužinom l_i ($i=1, \dots, n$), na pločama repromaterijala koje imaju širinu W i dužinu L , odnosno na pločama korisnog otpada sa dimenzijama W_o_j i H_o_j ($j=1, \dots, s$). Pri tome nije dozvoljeno preklapanje elemenata, potrebno je voditi računa o orijentaciji odnosno teksturi delova i ploča, uslovima rezanja (krajcovanje, širina noža, pravci i kontinuitet sečenja). Podrazumeva se da su uslovi $w_i \leq W$ i $l_i \leq L$ zadovoljeni, a pri generisanju rasporeda vodi se računa o zadovoljenju uslova $w_i \leq W_o_j$ i $l_i \leq L_o_j$. Pod korisnim otpadom se podrazumevaju ostaci ploča iz prethodnih procesa rezanja. Na slici 2.b) je prikazan primer modifikacije rasporeda u cilju dobijanja kompaktnijeg ostatka. Najčešće se koristan otpad definiše preko minimalne površine ostatka i proporcija širine i dužine.



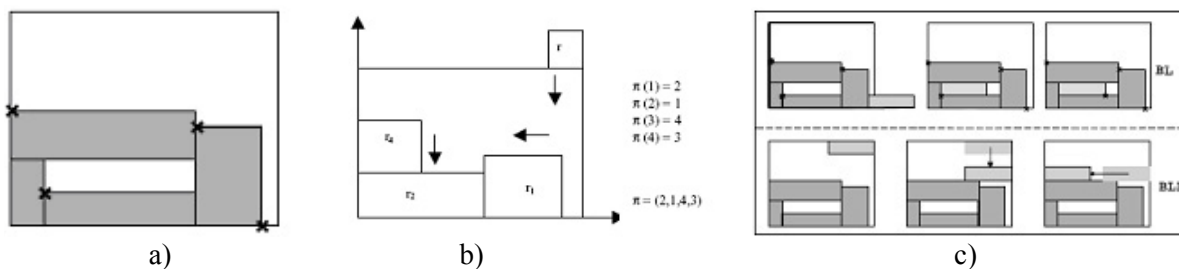
Slika 2. Krojenje na bazi traka - a) i kompaktnost korisnog otpada - b)

3. POSTOJEĆI PRISTUPI

Pomenuto je da postoji velika raznovrsnost problema sličnog tipa posmatranom i u skladu sa tim i veliki broj razmatranih rešenja. Ipak se među tim rešenjima mogu uočiti tri osnovna koraka pri generisanju optimalnih rasporeda. To su: (i) predprocesiranje ili priprema za generisanje inicijalnih rasporeda, (ii) procesiranje ili generisanje inicijalnih rasporeda i (iii) postprocesiranje ili poboljšanje inicijalnih rasporeda. To praktično znači da se je odgovarajući algoritam mnogo više od prostog sukcesivnog pretraživanja do nalaženja dovoljno dobrog rešenja iz skupa mogućih.

Predprocesiranje je aktivnost koja sledi posle učitavanja određenog broja elemenata sa njihovom širinom i dužinom. Prvo se računaju dodatni parametri kao što je npr. površina delova i relativni odnosi površina, a zatim se delovi sortiraju po nekom pravilu, npr. po opadajućem redosledu s obzirom na površinu, širinu ili visinu. Potrebno je i znati minimalan broj tabli potrebnih za smeštanja određenog skupa delova.

Ukoliko sve table imaju iste dimenzije taj broj je lako dobiti kao: $MB = (\sum_i^n h_i w_i) / (H \cdot W)$, gde je: n - ukupan broj delova, h_i i w_i su visina i širina delova, H i W se odnose na visinu i širinu identičnih ploča. Ukoliko se međutim u obzir uzimaju i table korisnog otpada računica je nešto komplikovanija. Ovde je moguće izvršiti i kombinovanje delova (pravougaonika) istih širina i/ili dužina u veće pravougaonike čime se smanjuje ukupan broj delova, a time i broj mogućih rasporeda. U ovoj fazi je takođe potrebno implementirati rešenje (matematički model) za predstavljanje i opis rasporeda. Neki algoritmi koriste tačke za lokaciju, npr. BLF (Bottom Left Fill) algoritam, slika 3.a), i/ili algoritam klizanja npr. BL (Bottom Left) algoritam, slika 3b). Drugi koriste nivoe i predstavljanje delova preko linearnih vektora (lanaca) koji imaju dužinu kao tabla i gde svaki novi nivo počinje od najviše tačke prethodnog, slika 2.a). Ovakvi nivoiniski algoritmi prvo sortiraju elemente po opadajućem redosledu širine a zatim ih nastoje iskombinovati tako da ostvare što bolju popunjenost nivoa. Zavisno od usvojenog algoritma u pripremnoj fazi mogu biti izračunati i dodatni parametri.



Slika 3. Pozicioniranje delova

Procesiranje, odnosno generisanje inicijalnog rasporeda je najlakše izvršiti na osnovu generatora slučajnih brojeva, ali se ovaj način retko sreće, odnosno obično se za to koriste složenija pravila. Neka od

njih objašnjena su u nastavku. Prilikom generisanja početnih rasporeda uzimaju se u obzir sledeće činjenice: (i) potrebno je prvo iskoristiti tzv. koristan otpad, tj. pokušati popuniti odgovarajuće komade korisnog otpada iz prethodnih procesa optimizacije, (ii) uvek je lakše manipulirati manjim delovima tako da je potrebno prvo rasporediti veće komade, (iii) potrebno je preferirati kompaktniji nepopunjen prostor, (iv) delove sa istim dimenzijama je poželjno pakovati jedne do drugih.

Postprocesiranje je najkomplicovaniji korak i po njemu se obično i razvrstavaju i razlikuju postojeći prilazi posmatranom problemu. U nastavku sledi opis ovih pristupa gde je naglašeno koji se algoritmi koriste u fazi generisanja inicijalnog rasporeda, a koji pri postprocesiranju.

BL algoritam je jedan od najjednostavnijih i kao što se vidi sa slike 3.b). suština ovog algoritma za pozicioniranje je u tome da se elementi pakuju redosledom tako da se svaki postavlja što je moguće niže i što je moguće više levo. Ovaj algoritam je moguće koristiti pri generisanju početnih i/ili konačnih (korigovanih) rasporeda. *BLF algoritam* je unapređen BL algoritam gde se uzima u obzir mogućnost popunjavanja praznina nastalih pri BL pozicioniranju, slika 3c). Istaknute tačke označavaju moguća mesta pozicioniranja (donji levi ugao praznina). *Best Fit (BF) algoritam* za razliku od BL i BLF koji redosledom biraju delove za popunjavanje koristi dinamički izbor sledećeg dela za pakovanje. Ovo omogućava algoritam koji proverava najniže moguće mesto na tabli na koje se može postaviti deo i onda traži deo koji najviše odgovara tom prostoru. Ideja je dakle naći najniži prostor za smeštaj dela na tabli, odrediti njegove dimenzije i zatim pretražiti raspoložive delove da se nađe onaj koji najviše odgovara. Ovo je potrebno uraditi za svaki korak (prolaz) u algoritmu što utiče na povećanje vremena dolaska do rešenja. I ovaj pristup je moguće koristiti i pri inicijalnim rasporedima i njihovom poboljšanju. *Genetski algoritmi* predstavljaju tehnike grubog pretraživanja i optimizacije po analogiji sa Darwin-ovom teorijom evolucije, odnosno tehnike kombinatornog pretraživanja koje oponašaju mehanizme prirodne selekcije. Koriste se u fazi generisanja inicijalnog rasporeda. *TS algoritam (Tabu Search)* se koristi u fazi postprocesiranja, tj. polazeći od datog rešenja (rasporeda) pomeraju se pojedini elemenata u nastojanju da se isprazni tzv. ciljna tabla (target bin). Ciljna tabla je ona minimalno popunjena među datim rasporedima. Funkcija koja meri lakoću pražnjenja se može definisati npr. slično izrazu (1), tako da favorizovanje one rasporede za ciljne koji imaju malu pokrivenost površine (prvi član) i sadrže što veći broj malih elemenata (drugi član).

$$F(S_i) = \alpha \frac{\sum_{j \in S_i} w_j h_j}{WH} - \frac{|S_i|}{n} \quad \begin{array}{l} \alpha - \text{predefinisani pozitivan broj kao težinski faktor,} \\ S_i - \text{set } j \text{ delova raspoređenih na tabli } i. \end{array} \quad (1)$$

Kada je ciljna tabla odabrana novi podrasporedi se definišu tako da sadrže jedan element sa ciljne table i k ostalih elemenata sa predašnjeg rasporeda. Vrednost parametra k koji karakteriše veličinu i strukturu tekuće okoline se menja za vreme pretraživanja. Novi raspored na tabli se dobija primenjujući odgovarajuća pravila i moguće je razlikovati tri tipa pomeraja: (i) pomeraji koji prazne ciljnu tablu pomerajući njene elemente na ostale table, pri tome se forsiraju pomeraji odnosno rasporedi koji na ciljnoj tabli ostavljaju veći broj malih elemenata jer je iste lakše upakovati, (ii) pomeraji unutar iste table gde se nastoji preraspodelom dobiti kompaktniji slobodan prostor, (iii) pomeraji između neciljnih tabli koji daju kompaktniji prazan prostor čime se povećava verovatnoća popunjavanja sa delovima sa ciljne table.

Sem navedenih postoje i drugi algoritmi poput izbacivačkih lanaca, ATS (Advanced TS), pfc-BL, slučajnih izbora i sl. U radu [3] je dato poređenje aktuelnih pristupa. Autori ovog rada su analizirali nekoliko programskih rešenja odnosno komercijalnih paketa (CutlistPlus, SheetLayout, CutMizer, Itemizer, Optimik, ProOptimize, Plus 2D, Sawyer, Optimizer, dr.). Generalno, metaheuristički algoritmi predstavljaju sofisticirane heurističke metode i daju najbolje rezultate.

4. BL-BF-TS ALGORITAM ZA OPTIMIZACIJU

Ukratko se opisuje izabrani algoritam za posmatrani problem. Pri tome se razmatra slučaj sa pločama repromaterijala različitih veličina, odnosno sa uključenim korisnim otpadom u razmatranje i slučaj bez moguće rotacije delova. Algoritam se zasniva na kombinaciji pomenutih BL, BF i TS pristupa i kombinaciji nivoinskom i BL načinu popunjavanja. Nivoinski način popunjavanja daje rezove tipa giljotine i pogodan je sa aspekta tehnoloških uslova rezanja pločastih materijala na bazi drveta.

U fazi predprocesiranja prvo se za sve elemente vrši izračunavanje površine i odnosa strana, a zatim se isti sortiraju u rastućem poretku po vrednostima površine, dužine i širine. Sledeći korak je grupisanje elemenata sa istim vrednostima strana tako da novi elementi po veličini ne prelaze odgovarajuće dimenzije osnovnih ploča repromaterijala. Na taj način se dobijaju dva skupa istih elemenata, polazni negrupisani i grupisani, koje je dalje moguće posebno razmatrati. U ovoj fazi se dalje proverava da li postoje ploče tzv.

korisnog otpada. Ukoliko postoje sortiraju se na isti način kao i delovi, a zatim dele u dve grupe na osnovu vrednosti površine gde granicu između grupa predstavlja 1/3 površine osnovnih ploča repromaterijala.

U fazi procesiranja, odnosno generisanja inicijalnih rasporeda prvo se nastoje popuniti ploče korisnog otpada iz grupe sa manjim vrednostima površine i ukoliko je stepen popunjenosti veći od 85% rasporedi se smatraju konačnim, a ukoliko je ovaj stepen manji od 50% odgovarajuće ploče korisnog otpada se isključuju iz daljeg razmatranja. Rasporedi sa popunjenošću od 50-85% se kasnije uključuju u optimizaciju inicijalnih rasporeda. Popunjavanje se odvija po BF principu gde se prvo na osnovu vrednosti površine a zatim i dimenzija formira podskup elemenata koji mogu da stanu na ove ploče a zatim se nastoji pronaći element ili kombinacija elemenata za uspešno popunjavanje odgovarajućeg ostatka. Pri popunjavanju druge grupe ploča korisnog otpada primenjuje se modifikovani BL algoritam u smislu da slično prethodnom izdvaja podskup elemenata i da se u početku favorizuje popunjavanje sa većim elementima istih širina (raspored u nivoe). Po istom principu se zatim vrši i popunjavanje celih ploča s tim da se ostavlja izvestan broj nepozicioniran delova (onih najmanjih, 1/6 ukupnog broja) za sledeću fazu.

U fazi postprocesiranja ili optimizacije polaznih rasporeda koristi se modifikovani TS pristup sa pomenuta tri tipa pomeraja: insertovanje, zamena elemenata između ploča i zamena elemenata u okviru inicijalnih rasporeda. Modifikacija TS pristupa se ogleda u tome što se pomenuti nepozicionirani raspoređuju kroz TS petlju insertovanja. Pri tome se koristi niz pravila kao što su: (i) veći delovi od određene granice se ne pomeraju, (ii) zamena se pokušava izvršiti između delova koji se površinski ne razlikuju više od 3 puta, (iii) za popunjavanje praznina se analiziraju samo manji delovi, (iv) vrednovanje korisnog ostatka se vrši preko odnosa dimenzija, i sl. Uz to ograničenja se dinamički menjaju, npr. menja se najveći deo na ciljnoj tabli, menja se broj delova, menjaju se granice između manjih i većih delova.

Čitav proces se paralelno odvija za grupisane i negrupisane delove i na osnovu kvaliteta popunjenosti usvaja bolja varijanta.

5. ZAKLJUČAK

Kako ne postoje generalni modeli i algoritmi za optimizaciju posmatranih problema, za svaki konkretan problem se razvija sopstveno rešenje, tj. algoritam, i programska realizacija na bazi osnovnih ideja koje proizilaze iz teorijskih razmatranja. Početni algoritam se zatim testira i usavršava prema željenim ciljevima. Osnovu za testiranje predstavlja poređenje programski generisanih rasporeda sa unapred poznatim optimalnim rešenjima za date tehnološke uslove. Opisani algoritam je nastao uzimanjem u obzir tehnoloških zahteva u pogledu pogodnosti rezova tipa giljotine i grupisanja delova.

6. LITERATURA

- [4] Baker, B. S., E. G. Coffman, Jr., R. L. Rivest. Orthogonal packings in two dimensions. SIAM J. Comput. 9(4) 808–826., 1980.
- [5] Chazelle, B., The bottom-left bin packing heuristic: An efficient implementation. IEEE Trans. Comput. 32(8) 697–707., 1983.
- [3] E. Hopper, B. Turton, A Review of the Application of Meta-Heuristic Algorithms to 2D Strip Packing Problems, Artificial Intelligence Review, vol. 16, 257 – 300, 2001.
- [2] Hopper, E. Two-dimensional packing utilising evolutionary algorithms and other metaheuristic methods. PhD Thesis, Cardiff University, School of Engineering, 2000.
- [1] Janne Karelaiti, Solving the cutting stock problem in the steel industry, Master's thesis, Department of Engineering Physics and Mathematics, Helsinki University Of Technology, Helsinki, 2002.
- [6] <http://www.nist.gov>

CUTTING OPTIMIZATION ALGORITHM FOR PANEL MATERIALS

Summary

There are many papers and works regard to packing/cutting panel material but there are no general models and algorithms for solving this problem. The reasons for this are many goals and constraints in practical applications. This paper, after defining 2D cutting problem and its constraints, gives a review of approaches to problem and chooses algorithm for optimization. Algorithm has arose as a result of software development for woodworking panel materials. Proposed solution considers to useful remainders but not carry about segments rotation.



MODELIRANJE PROCESA ZAMESA HLEBA POMOĆU UML DIJAGRAMA

Ćurčić Srećko¹, Robajac Olga², Marić Aleksandar³

Rezime: Poslednjih godina UML dijagrami počinju sa upotrebom pri modelovanju mehatroničkih sistema. U ovom radu se opisuju prilazi modelovanja procesa zamesa hleba pomoću UML dijagrama. Ovde su prikazani dijagrami sekvenci za pripremu sirovina i pravljanje zamesa hleba u pekarskoj industriji. Tako je omogućena grafička interpretacija celokupnog procesa, a samim tim to je i prvi korak ka reinženjeringu procesa proizvodnje hleba.

1. UVOD

UML (Unified Modelling Language-objedinjeni jezik za modelovanje) je jezik za vizuelizaciju, projektovanje, specifikaciju i dokumentovanje modela složenih sistema. Nastao je 1997. god. i prvobitno imao primenu za projektovanje složenih i pouzdanih računarskih projekata. Međutim, poslednjih godina sve se više primenjuje pri projektovanju u mehatronici, gde se koristi za dobijanje zahteva sistema za vizuelno modelovanje i projektovanje sistema na višim nivoima apstrakcije. Prenos informacija je veoma važan segment pri radu sistema. Ovo se jednostavno može predstaviti preko UML dijagrama. Prednost UML u odnosu na druge alate se ogleda u otkrivanju propusta i nedoslednosti u zahtevima specifikacije u ranim fazama projekta. UML obezbeđuje jednostavnost u modelovanju, razumljivost i jednostavne izmene u grafičkim dijagramima datog sistema.

Projektanti mogu jednostavno preći na različite UML dijagrame sa već definisanih podsistema i drugih elemenata i ponovo ih koristiti. Na ovaj način se ubrzava proces rada i utiče da se svi delovi projekta koriste na dosledan način. UML je podržan od svih značajnijih prodavaca CASE (Computer Aided System Engineering) alata. Koristeći UML notaciju, iskusni projektanti mogu projektovati sistem brže i sa minimalnom količinom grešaka. Kraće vreme projektovanja (vreme od nastanka ideje do plasiranja proizvoda na tržište) i bolji kvalitet proizvoda obezbeđuje značajne prednosti kod konkurencije na tržištu. To je značajno, jer uspešne firme moraju brzo reagovati na promene zahteva na tržištu.

Reinženjering procesa, nesumljivo, predstavlja trend promena domaće ali i svetske privrede. Poboljšanje, redizajn i na kraju reinženjering, kao radikalna metoda, korenito menjaju naše stavove i pri tom ih približavaju svetskim trendovima.

Veliki broj uspešnih firmi prelaze sa šematskog plana na papiru na digitalno predstavljenje budućih proizvoda. Uspešni primeri se odnose na firme koje proizvode moderne automobile, kao i avione kompanije Boeing koji su koristili UML dijagrame za modeliranje sistema.

2. UPOTREBA UML DIJAGRAMA PRI PROJEKTOVANJU MEHATRONIČKIH SISTEMA

Mehatronički sistemi integrišu mehaničke, elektronske i električne podsysteme sa mikroprocesorskom kontrolom sistema. Opšte prihvaćeni prilaz daje podjednak značaj svim podsystemima kroz projektovanje bez obzira na njihovu fizičku prirodu. Ovo se teško postiže pri primeni standardnih alata za projektovanje, a osnovno je da se postignu dobri rezultati.

UML se prvobitno razvio za standardizaciju objektnih jezika za modelovanje. Postojalo je mnogo pokušaja proširenja upotrebe UML i na druge oblasti osim računarske nauke. McLaughlin je verovatno prvi koji je primenio UML prilaz na probleme upravljanja procesom u složenom sistemu. Upotreba UML u realnim sistemima je sve veća. Svaki složen sistem se može predstaviti nizom pažljivo izabranih modela.

¹ Dr Ćurčić Srećko, docent, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, e-mail: sreckoc@tfc.kg.ac.yu, 032/302-737

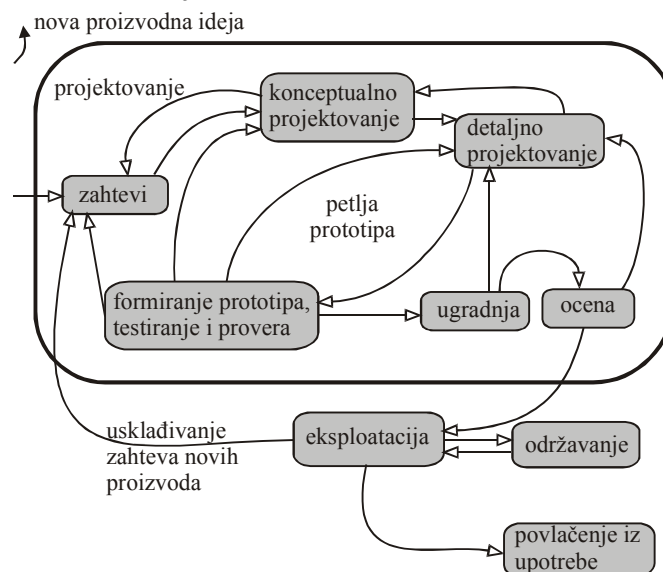
² Robajac Olga, asistent priprav., Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, e-mail: olgar@tfc.kg.ac.yu, tel: 032/302-716

³ Marić Aleksandar, dipl. inž, "Branko Perišić", Kruševac, e-mail: smaric@ptt.yu tel: 037/28-127

Međutim, samo jedan model neće biti dovoljan da bi detaljno opisao realan sistem. Izbor dijagrama zavisice od prirode samog problema koji se rešava.

2.1. Projektovanje kao deo životnog ciklusa sistema

Projektovanje je značajan deo životnog ciklusa sistema (slika 1). To je proces koji se ponavlja jer projektanti se često ponovo vraćaju u fazu projektovanja, bez obzira što je sistem prešao u neku drugu fazu da bi popravili nedostatke nastale u toku projektovanja sistema. Projektovanje počinje od ideje i uključuje specifikaciju, konceptualno i detaljno projektovanje, izradu prototipa i testiranje, primena i ocena, proizvodnja, eksploatacija i prerada proizvoda. Ponovno projektovanje modela sistema (model je pripremljen na računaru kao UML dijagram) se podržava CASE softverom. Najpoznatiji paketi su Rational Rose i RtS (Real-time Studio, 2003). Upotrebom UML se lakše pronalaze i otklanjaju greške i propusti u zahtevanoj specifikaciji u ranim fazama projekta kada su pripremljeni apstraktini modeli. Neki CASE alati nude simulaciju UML modela. To pomaže pri verifikaciji ukoliko su svi zahtevi ispunjeni. Najnoviji CAD/CAM i CAE alati se koriste pri detaljnom projektovanju podsistema. Parametri iz detaljnog projektovanja se koriste u simulacionim modelima. Modelica, MATLAB, SIMULINK i drugi softveri se koriste za formiranje modela za virtualne i hardverske simulacije sistema.



Slika 1. Projektovanje kao deo procesa životnog ciklusa sistema [1]

2.2 Tipovi UML dijagrama

Dijagram je grafička prezentacija skupa elemenata, predstavljenih u obliku grafa sa čvorovima i granama (relacijama). Pošto se ni jedan složen sistem ne može predstaviti samo pomoću jednog dijagrama, onda sistem treba razmatrati sa različitih aspekata. Standardizovano je nekoliko tipova UML dijagrama koji imaju široku upotrebu. UML dijagrami se koriste za strukturno i dinamičko modelovanje sistema. Dijagrami koji se koriste za strukturno (statičko) predstavljanje sistema su:

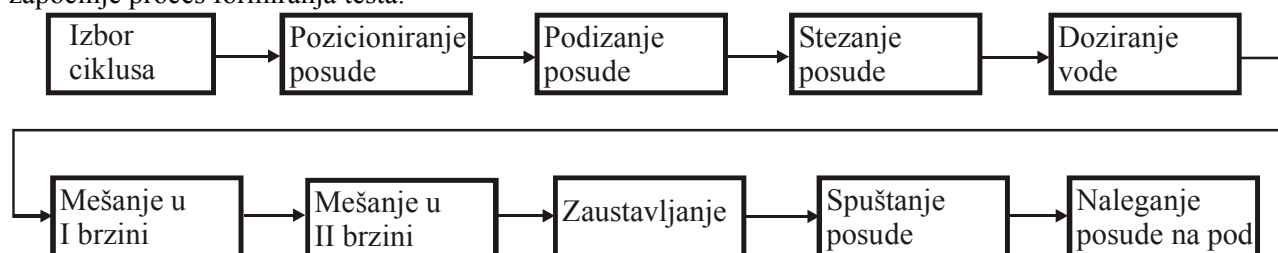
- **dijagram klasa** koji predstavlja skup klasa i interfejsa kao i njihove međusobne zavisnosti,
 - **dijagram objekata** prikazuje skup objekata i njihove relacije,
 - **dijagram komponenti** predstavlja organizaciju i zavisnosti unutar skupa komponenti,
 - **dijagram raspoređenosti** predstavlja statički prikaz raspoređenosti čvorova u nekoj arhitekturi,
- Dinamički delovi sistema se predstavljaju pomoću sledećih dijagrama:
- **dijagram korisničkih funkcija** koji opisuje funkcionalno ponašanje sistema sa aspekta korisnika,
 - **dijagram sekvenci** koji predstavlja interakcije između objekata raspoređenih u vremenu,
 - **dijagram saradnje** predstavlja odnose organizovane u strukturi modela.,
 - **dijagram stanja** opisuje dinamičko ponašanje kao odgovor na događaje i izvršna stanja,
 - **dijagram aktivnosti** predstavlja tok od aktivnosti do aktivnosti unutar sistema.

Ne treba se ograničiti samo na navedene vrste dijagrama, već ukoliko je potrebno mogu se napraviti sopstvene vrste dijagrama za prikazivanje elemenata UML-a na različite načine.

3. OPIS PROCESA FORMIRANJA TESTANOG ZAMESA U PEKARSKOJ INDUSTRIJI

U pekarskoj industriji postoje određene faze u toku procesa proizvodnje, a pošto je sam proces veoma složen, ovde će se ukratko opisati samo postupak izrade testa u "BP Kruševac" koji je dat na slici 2.

Automatska vaga koja služi za automatsko odmeravanje brašna, (u količinama od 100-120 kg.), snabdeva se brašnom pomoću pužnog transporterata koji je u funkcionalnoj vezi sa komorama za odležavanje brašna koje su smeštene u pekarskom silosu. Odmerena količina brašna sipa se u kible-posude u kojima se formira testani zames. Sipanje brašna u kibli za formiranje jednog zamesa traje oko 1.5 min. Zatim se vrši doziranje pomoćnog materijala i to: kvasca koji se iz komore za čuvanje dozira ručno, soli i aditiva koji se čuvaju u skladištima posebne namene, a doziraju se ručnim putem u skladu sa tehnološkom specifikacijom. Tako pripremljene komponente smeše, budućeg zamesa proizvodni radnik dopremi do miksera. Tada započinje proces formiranja testa.



Slika 2. Proces pravljenja testa pri proizvodnji hleba

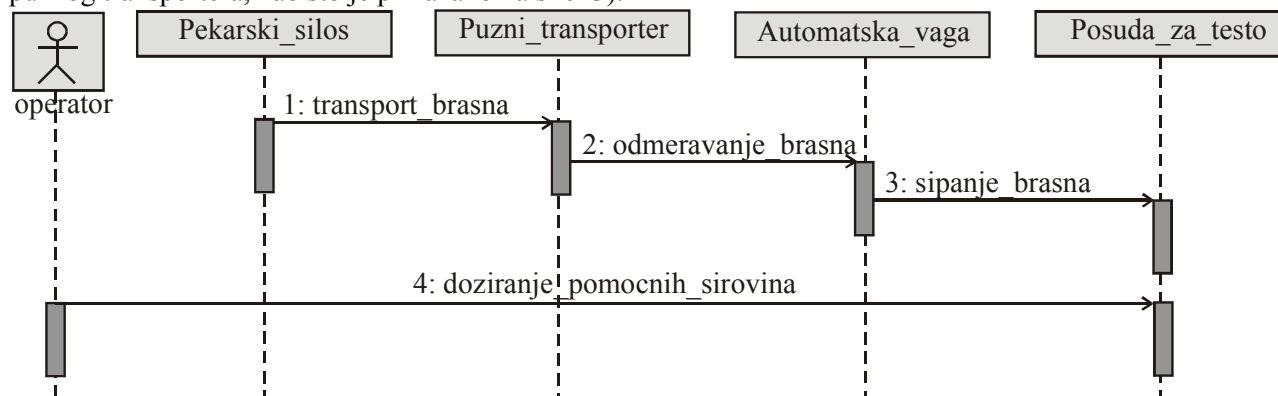
Posuda za testo-kibla se postavlja ispod mešača miksera i dvema vodičama pozicionira ispod njega (prihvatanje kible). Zatim se pritiskom na taster miksera vrši podizanje kible, a mikser se od tog trenutka nalazi u automatskom režimu rada. Kibla se zatim vezuje za ploču miksera, a onda se vrši doziranje vode u kibli. Prvo se zada količina vode koja se dozira, a zatim se otvori ventil za vodu. Voda mora imati propisanu temperaturu.

Postupak mešenja definisan je prvom i drugom brzinom rada sa mogućnošću dodavanja vode u toku mešenja u drugoj brzini. Vreme mešenja, koje se definiše potencimetrima, u prvoj brzini je minimalno 8 sekundi, a maksimalno 6 minuta. Vreme trajanja mešenja u drugoj brzini je obično između 3 i 4 minuta u zavisnosti od tipa brašna. Po završetku mešenja posuda se spušta i naleže na pod. Ovim je proces stvaranja testanog zamesa okončan.

3.1 Dijagrami sekvenci za pripremu sirovina i pravljenje testa

UML dijagrami se mogu koristiti kao sredstvo za modelovanje i izradu dokumentacije celokupnog proizvodnog sistema. Zbog ograničenog obima ovog rada, prikazaćemo samo neke proizvodne procese, odnosno pripremu sirovina i pravljenje testa koristeći dijagrame sekvenci.

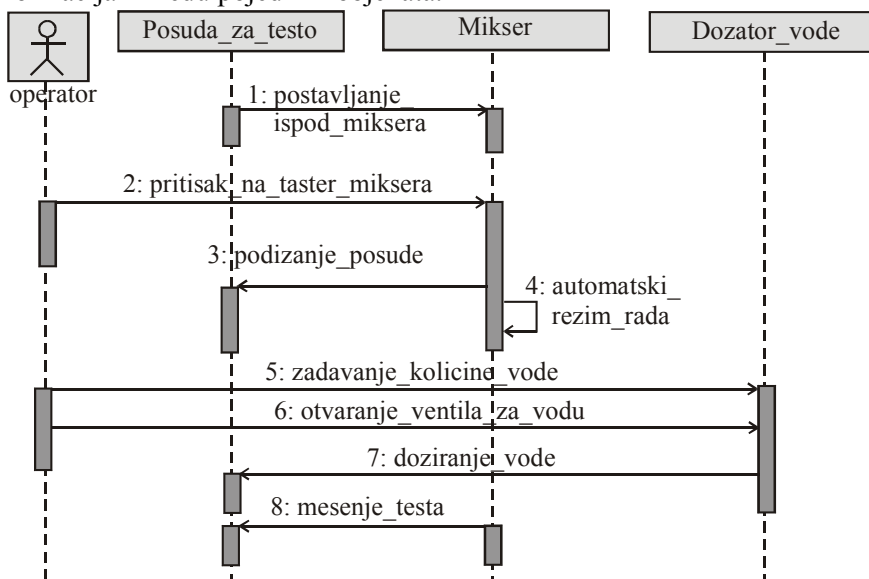
Preko dijagrama sekvenci obezbeđuje se grafičko predstavljanje toka informacija u prethodno navedenom proizvodnom sistemu. Ovde su objekti predstavljeni kao horizontalni pravougaonici na vrhu vertikalnih vremenskih linija (koje su na slikama predstavljane isprekidanim linijama). Vreme teče na dole od isprekidane linije. Objekat ili učesnik može slati poruke (koje se predstavljaju kao horizontalne linije sa strelicom) pozivajući neki servis iz drugog objekta (npr. iz pekarskog silosa vrši se transport brašna pomoću pužnog transporterata, kao što je prikazano na slici 3).



Slika 3. Dijagram sekvenci za pripremu sirovina pri pravljenju testa za hleb

Sa ove slike se uočava proces pripreme sirovina pri pravljenju testa. Tu su aktivnosti komentarisane tekstem na slici, koji je dat iznad linije sa strelicom. Ispred svake aktivnosti dodat je redni broj iste u vremenu.

Kada je izvršena priprema sirovina prelazi se u sledeću fazu, a to je proces izrade testa. Na slici 4. je dat dijagram sekvenci za proces pravljenja testa za proizvodnju hleba, gde je na indetičan način kao na slici 3. prikazan tok informacija između pojedinih objekata.



Slika 4. Dijagram sekvenci za proces pravljenja testa

6. Zaključak

Opšte prihvaćeni alati za modelovanje sistema nisu poznati. U radu je opisan UML jezik kao alat za modelovanje složenih sistema. Ovde je dato modelovanje faza priprema sirovina i pravljenje testa kao podsistema jednog mehatronog sistema. Pomoću UML se otkrivanju propusti i nedoslednosti u specifikaciji zahteva i opisu dinamičkog ponašanja budućeg sistema u ranim fazama projektovanja (kada je jeftinije i potrebno je manje vremena za ispravljanje grešaka).

Navedeni UML dijagrami omogućavaju u pekarskoj industriji izradu tehničke dokumentacije. Osim toga, pošto u konkretnom primeru proizvodnja nije u potpunosti automatizovana, modelovanje je prvi korak ka potpunoj automatizaciji celokupnog procesa. Automatizacijom procesa utiče se na povećanje produktivnosti linije za proizvodnju hleba. Primenom UML mogu se razraditi koncepti poboljšanja svih parametara navedene linije za proizvodnju hleba u funkciji reinženjeringa. Uloga operatora pri potpunoj automatizaciji bila bi svedena samo na upravljanje sistemom.

Literatura

1. Morzek Z.: Computer Aided Design of Mechatronic System, Int. J. Appl. Math. Comput. Sci., 2003, Vol. 13, No. 2, 521 Cracow, Poland, 255–267.
2. Ćurčić S., Marić A.: Reinženjering linije za proizvodnju hleba u funkciji automatizacije, Zbornik radova, 30. Jupiter Konferencija, Beograd 2004.
3. Ćurčić S., Marić A.: Fleksibilnost u funkciji automatizacije proizvodnih linija u pekarstvu, Časopis IMK 14. Oktobar, Kruševac, 2004.
4. Robajac O., Marić A., Ćurčić S.: Pogodnost održavanja linije za proizvodnju hleba sa aspekta elektromotornih pogona, XXLX Naučno stručni skup Održavanje opreme i mašina, Zbornik radova, Banja Vrujci, maj-jun 2004.
5. Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I.: Unified Modeling Language User Guide, Addison Wesley, 1998, 512 p.
6. Arsovski Z.: Informacioni sistemi, CIM centar Mašinski fakultet - Kragujevac, Kragujevac 2002.

Abstract: In the last few years, UML diagrams are use in modelling of mechatronic systems. In this paper is describe approach of modelling process for bread making with UML diagram. Here is shown sequence diagram for preparing components and mix dough for bread making in baker industry. In that way is enable graphical interpretation of hole process of bread making and that is the first step of reengineering process.



R. Antić*
R. Mitrović
S. Stefanović

OSNOVE RAZVIJENOG FUZZY CAPP SISTEMA

Rezime: Obuhvaćena je obrada metala rezanjem kod cilindričnih i prizmatičnih delova. Urađen je generativni princip CAPP sistema. Korišćena je veštačka inteligencija pomoću fuzzy logike.

Ključne reči: CAPP, generativni princip, cilindrični i prizmatični delovi, fuzzy logika.

1 UVOD

Današnje tržište traži proizvode visokog kvaliteta. Specifični - raznovrsni, zahtevi kupca diktiraju male serije proizvoda sa jako malim vremenom izrade kao i njegovu malu cenu. Zahtevi tržišta se često menjaju sa velikom količinom promenjenih podataka proizvoda gde je problem njihovo brzo sprovođenje. Pri sprovođenju tih zahteva troši se veliko vreme na projektovanju kvalitetnog proizvoda i tehnološkog procesa, a veliki je problem kvantifikovati određeno rešenje i izabrati optimalno.

Konvencionalni, generativni CAPP sistemi daju jednaka rešenja kod različitih primera, sa ugrađivanjem maksimalnog znanja. Da bi se dobilo kvalitetno rešenje sa merljivosti više parametara odjednom koristi se fuzzy logika.

2 FAM (FUZZY ASOCIATIVE MEMORY) U OKVIRU CAPP SISTEMA

U osnovi fuzzy sistem predstavlja preslikavanje jedne familije fuzzy skupova u drugu familiju skupova tj.s.

$$S: I^{n1} \times I^{n2} \times \dots \times I^{nr} \rightarrow I^{p1} \times I^{p2} \times \dots \times I^{pr} \dots \dots \dots (1)$$

Pojednostavljen izraz za fuzzy sistem se može predstaviti:

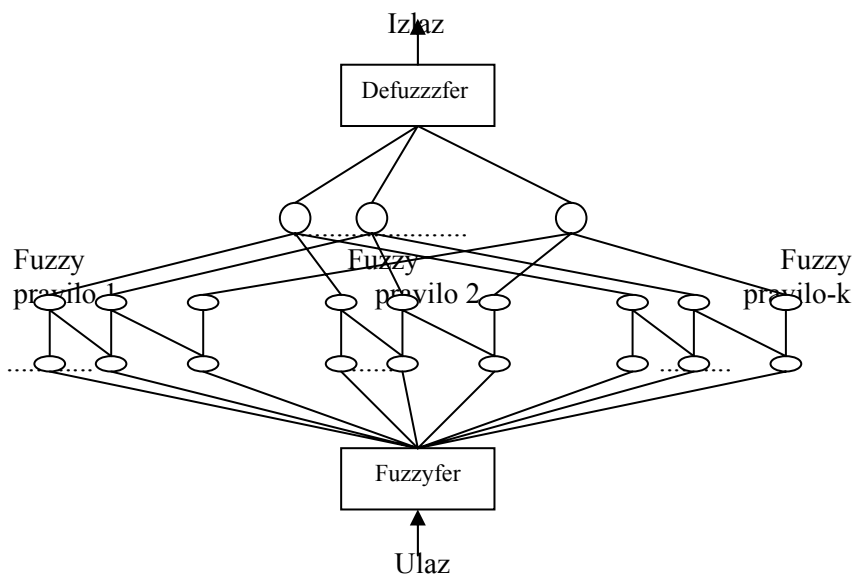
$$S: I^n \rightarrow I^p \dots \dots \dots (2)$$

tj.s. preslikavanje prostora fuzzy skupova I^n u prostor fuzzy skupova I^p . Fuzzy sistemi se ponašaju kao asocijativne memorije tj.s. FAM-s. Jednostavno FAM prevodi FAM pravilo ili asocijacije (A_i, B_i) sa asocijacije p -dimenzionalni fuzzy skup B_i na n -dimenzionalni skup A_i . Ovaj minimalni FAM predstavlja jedan prostor I^p .

Kod projektovanja tehnološkog procesa se koristi numerička metoda FAMa. Asocijacije znače: vrlo mala, mala, srednja, srednje velika, velika itd. vrednost tvrdoće dela, tolerancije tačnosti, kvaliteta obrađene površine, dimenzija i sl. Ovi podskupovi fuzzy skupova se preslikavaju u podskupove: operacija, alata, mašina i sl. skupa tehnološkog postupka.

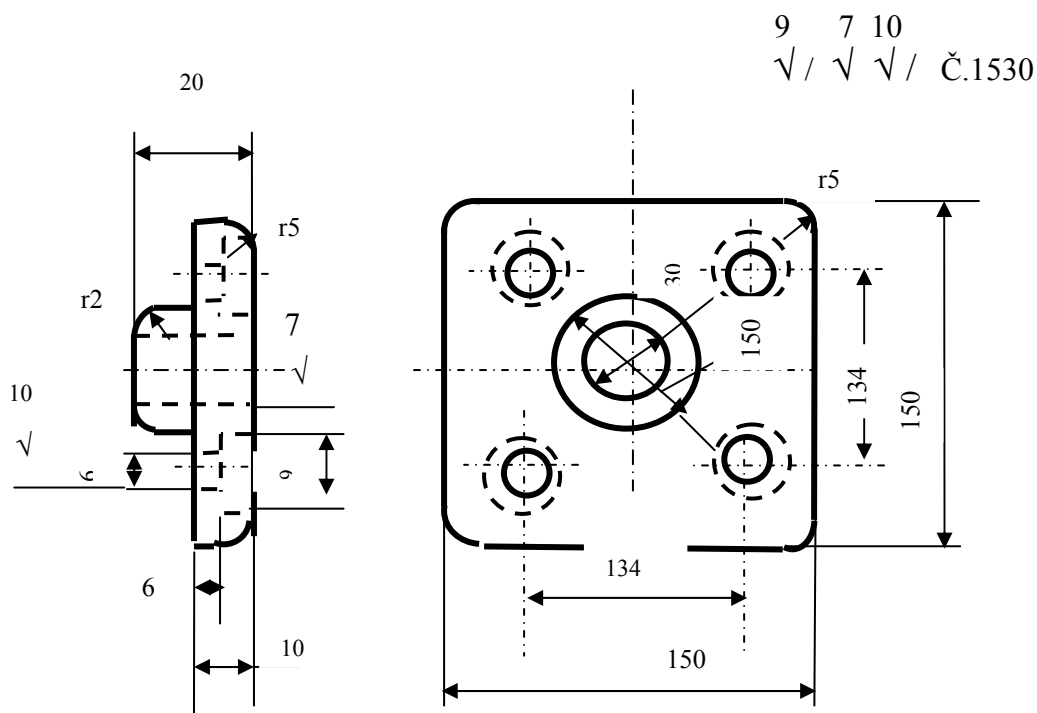
Fuzzy logika odlučivanja pri izboru optimalnog rešenja elemenata tehnološkog postupka može da se prestavi pomoću fuzzy mreže. Fuzzyfer radi na principu minimizacije. Pri odlučivanju kod fuzzy produkcionih sistema uzima min. vrednost zbog njenog praćenja.. Drugi deo fuzzy logike su produkciona pravila. Treći deo je defuzzyfer koji kod konačnog rešenja od predloženih usvaja max. vrednost

-
- Mr Radivoje Antić dipl, ing, Viša tehnička tehnološka škola, Vranje, 017/21 859, Email vsps@pppt.yu
 - Dr Ratko Mitrović dipl, ing,, Mašinski fakultet, Kragujevac, 034/335 990, Email rhkocp@yahoo.com
 - Mr Slobodan Stefanović dipl, ing, Viša tehnička tehnološka škola, Vranje, 017/21 859, Email vsps@pppt.yu



Slika 2 Fuzzy mreža strukture paralelnog određivanja elemenata tehnološkog postupka/10/

3 PRIMER PROJEKTOVANJA TEHDNOLOŠKOG PROCESA POMOĆU FUZZYCAPP SISTEMA



Sl. 3 Primer prizmatičnog dela

Kao primer se daje jedan prizmatično rotacioni deo. On je crtan u Wordu i skeniran u FUZZYCAPP sistemu. Ovaj princip se koristi za složene delove proizvodnog procesa koji funkcioniše a traži se ujednačavanje tehnološkog postupka kao i njegovo poboljšavanje kvaliteta. U tom slučaju opisivanje dela je ručno. Isti deo se može nacrtati u FUZZYCAPP sistemu pomoću njegove grafike korišćenjem geometrijskih formi. Crtež u sebi sadrži tačnost tolerancije, međusobnog položaja, tehnološke zahteve i druge karakteristike. FUZZYCAPP sistem automatski prepoznaje elemente crteža i na osnovu njih određuje kompletan tehnološki postupak za malo serijsku proizvodnju, alatom od brzoreznog čelika oblika delova mašina alatki. Zbog prostora rada daju se samo neki elementi tehnološkog postupka.

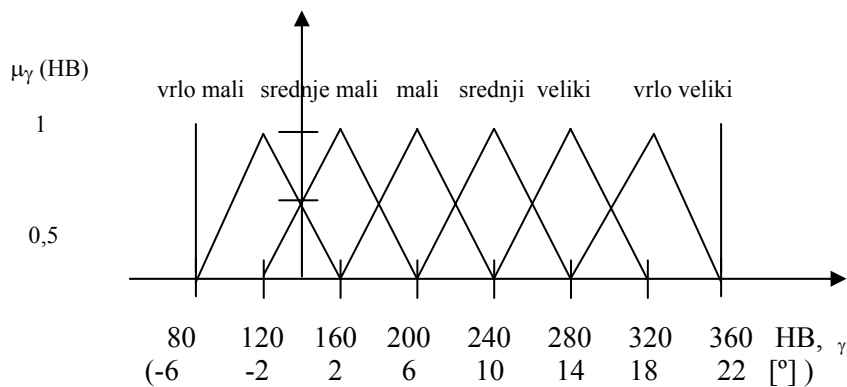
Tehnološki postupak radnog predmeta
 Identifikacioni broj 2

Naziv radnog predmeta Test primer ver 1 Fuzzy Capps ver 2
 Pripremak predmeta ima dimenzije
 Bp= 155 ,stepen pripadnosti 0.50

Hp= 155 ,stepen pripadnosti 1.00
 Lp= 22.4 ,stepen pripadnosti 1.00
 Potreban broj operacije je 6 po redosledu:
 o1 Sečenje ,stepen pripadnosti 1.00
 o6 Poboljšanje ,stepen pripadnosti 1.00
 o10 Struganje završno ,stepen pripadnosti 1.00
 o13 Glodanje ,stepen pripadnosti 1.00
 o16 Bravarski rad ,stepen pripadnosti 1.00
 o22 Bušenje ,stepen pripadnosti 1.00
 Plan stezanja
 Obrada sa desne unutrašnje strane pomoćnih otvora
 Obrada ravne ili fazonirane površine:
 - spolja desno
 3. Izbor masina i steznog pribora
 o1 Sečenje
 Testera-T ,E=1 ,stepen pripadnosti 1.00
 Stezač testere
 o6 Poboljšanje
 Kalionica za poboljšanje-K1 ,E=1 ,stepen pripadnosti 1.00
 Priručni alat
 o10 Struganje završno
 Univerzalni strug-SU ,E=3.33 ,stepen pripadnosti 0.67
 US 150, POTISJE, YU
 Stezna glava sa četiri pakne
 Strug DGM 150
 US 150, POTISJE, YU

o13 Glodanje
 Vertikalna glodalica-GV ,E=3.67 ,stepen pripadnosti 0.33
 GP 10, RUS
 Stezna glava sa četiri pakne
 o16 Bravarski rad
 Bravarski rad-M ,E=0.67 ,stepen pripadnosti 0.67
 Priručni pribor
 o22 Bušenje
 Bušilica ,E=3 ,stepen pripadnosti 1.00
 RB-40 SP,LIVNICA KIKINDA,YU
 Stezni pribor sa četiri pakne
 4. Izbor zahvata
 o1 Sečenje
 Seči na dužinu dela
 o6 Poboljšanje
 Poboljšati na 80 (+5)daN/mm².
 o10 Struganje završno
 os10R Bušiti OTVORE, na dimenzije obrade ,stepen pripadnosti 1.00
 x=0.00 y=0.00 z=0.00 D=30.00 L=20.00 Dobr=25.50
 os10G Strugati završno, sa desne strane, CILINDAR, na dimenzije obrade ,stepen pripadnosti 1.00
 x=0.00 y=0.00 z=0.00 D=30.00 L=20.00 Dobr=28.50
 os10E Strugati fino, sa desne strane, STEPENICU, na dimenzije obrade ,stepen pripadnosti 1.00
 x=0.00 y=0.00 z=0.00 D=30.00 L=20.00 Dobr=30.00

Od svih funkcija pripadnosti se predstavlja za grudni ugao – male i srednje vrednosti. Suština je da za određeni domen tvrdoće delova postoji jedna optimalna vrednost grudnog ugla strugarskog noža,



Sl. 4 Funkcija pripadnosti fuzzy promenljive grudnog ugla u funkciji HB materijala radn. predmeta

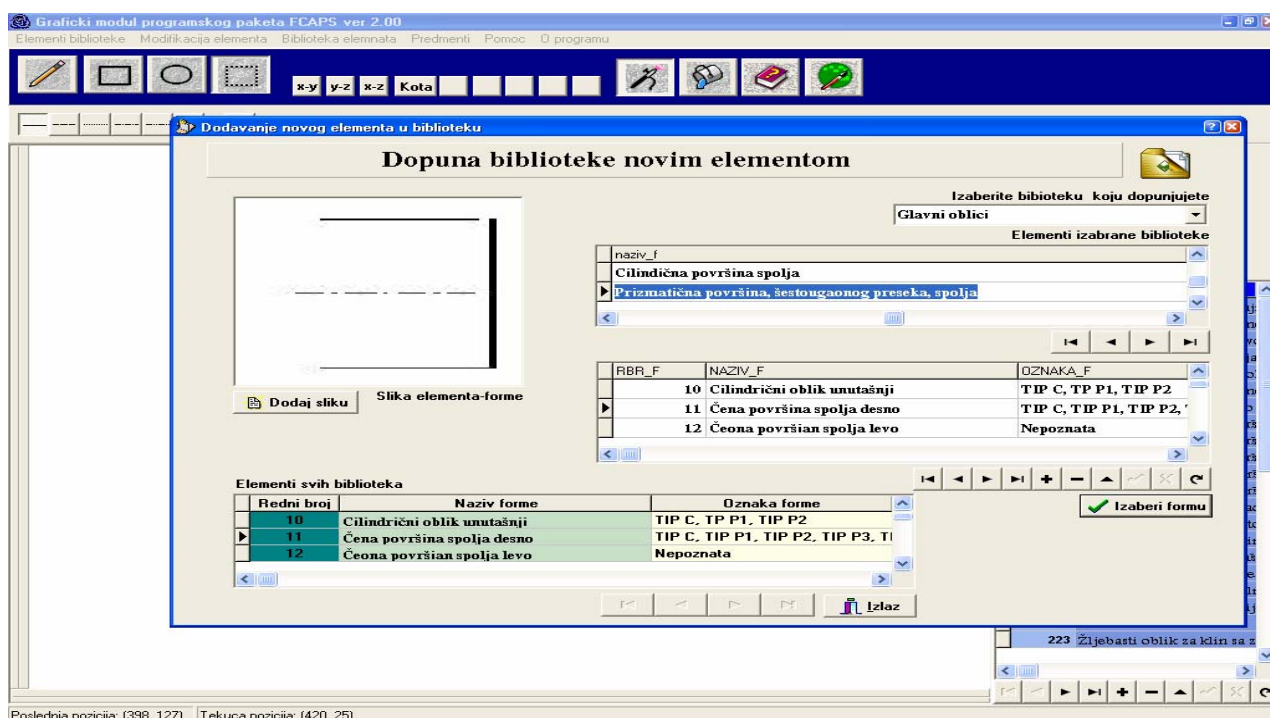
$$\mu_{\gamma M} = \left\{ \begin{array}{l} \gamma/4 - 0,5; \quad 160 \leq HB < 200; \quad 2 \leq \gamma < 6 \\ -\gamma/4 + 2,5; \quad 200 \leq HB < 240; \quad 6 \leq \gamma < 10 \\ 0; \quad 160 \leq HB < 240; \quad 10 \leq \gamma < 2 \end{array} \right\} \quad (3)$$

$$\mu_{\gamma S} = \left\{ \begin{array}{l} \gamma/4 - 1,5; \quad 200 \leq HB < 240; \quad 6 \leq \gamma < 10 \\ -\gamma/4 + 3,5; \quad 240 \leq HB < 280; \quad 10 \leq \gamma < 14 \\ 0; \quad 200 \leq HB < 280; \quad 14 \leq \gamma < 6 \end{array} \right\} \quad (4)$$

4 FUNKCIONISANJE FUZZYCAPP SISTEMA

Dopuna biblioteke elemenata vrši se preko odgovarajuće opcije iz podmenija biblioteka elemenata. Znači svaki element moramo definisati kao tipsku formu koja pripada biblioteci koja je ovde u stvari grupa tipskih

formi. Prvo biramo biblioteku koju dopunjujemo, unosimo parametre elemenata :naziv i oznaku, biramo crtež koji smo grafički uradili i snimamo element u biblioteku.



Softver ima mogućnost crtanja delova pomoću geometrijskih formi. Na ovaj način se svi geometrijski podaci daju kroz crtanje i odatle ih uzima modul FUZZYCAPP sistema. Drugi način je uneti gotov crtež skeniranjem ili crtanjem bez geometrijskih formi.

Predmet koji smo isctrali opisujemo preko opcije za opsivanje predmeta. Naime pokretanjem ove opcije program sam iz grafičkog modula vrši opsivanje predmeta kao da smo ga mi unosili. Ovdje se vidi sprega grafičkog modula u kome smo preko skupa tipskih formi uneli radni predmet i FUZZYCAPP sistema.

5 ZAKLJUČAK

Prednost FUZZYCAPP sistema u odnosu na konvencionalne CAPP sisteme je u merljivosti kvaliteta rešenja odjednom sa dva ili više aspekta.

LITERATURA

- 1 /Mitra 91/ Mitrović, R., V., Projektovanje tehnološkog procesa, Naučna knjiga 1991, Beograd.
- 2 /Mitra 91/ Mitrović, R., V., Osnovi CAD CAM tehnologije, Naučna knjiga 1990, Beograd.
- 3 /Lazić 2002/ Lazić, M., Tehnologija obrade metala rezanjem, Izbor režima, Mašinski fakultet, Jugoslovensko društvo za tribologiju u Kragujevcu, 2002.
- 4 /Lazić 2002/ Lazić, M., Tehnologija obrade metala rezanjem, Mašinski fakultet, Jugoslovensko društvo za tribologiju u Kragujevcu, 2002.
- 5 /Manić 95/ Manić, M., Ekspertini sistem za projektovanje tehnoloških procesa pri rezanju u obradi rotacionih delova, doktorska disertacija Mašinskog fakulteta u Nišu, 1995.
- 6 /DeveG 98/ Devedžić, G., Rešavanje problema disperzije kriterijuma i automatizovanog izbora reznih alata, doktorska disertacija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 1998.
- 7 /Antić 05 / Antić, R., Model sistema projektovanja tehnoloških procesa obrade metala rezanjem primenom fuzzy logike, Doktorska disertacija u rukopisu, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2005.

Abstract: Processing of metal by cutting pieces in the shape of cylinder and prism is involved. Generative principle of CAPP system is carried out. Artificial intelligence with fuzzy logics is used.

Key word: CAPP, generative principle, pieces in the shape of cylinder and prism, fuzzy logics.



R. Ivanović¹, B. Kovljenić²

INFORMACIONI SISTEMI ZA NOVE KONCEPTE UPRAVLJANJA POSLOVNIM SISTEMIMA

Rezime

Napredak u informacionim tehnologijama neprekidno podiže sposobnosti preduzeća za ostvarivanja visoke produktivnosti sa boljim kvalitetom i nižim cenama. Današnje aktivnosti u preduzeću su veoma zavisne od efektivnog razvoja i primene informacionih sistema (IS). U radu se daje pregled novih koncepata organizacionih struktura proizvodnih sistema kao što su virtualne fabrike, mrežna proizvodnja ili e-proizvodnja kao i pregled zahteva koji ovakvi sistemi postavljaju pred IS koji je osnova funkcionalnosti ovakvih organizacionih struktura. Pored toga, analizira se struktura savremenih IS i daje primer dela razvijenog sistema za planiranje i upravljanje proizvodnjom.

Ključne reči: *Informacioni sistem, virtualne fabrike, mrežna proizvodnja, e-proizvodnja, Web tehnologije.*

1. Uvod

U prethodnoj deceniji poslovno okruženje se dramatično menjalo, a svet je postao mala i veoma dinamična prodavnica. Preduzeća su danas suočena sa novim uslovima tržišta i povećanjima zahteva kupaca. Da bi odgovorila na ove nove zahteve okruženja, preduzeća moraju da ostvare: smanjenje troškova u čitavom lancu poslovanja, skraćena vremena isporuke, smanjenja zaliha na minimum, povećanja asortimana proizvoda, povećanje kvaliteta proizvoda, obezbede pouzdanije datume isporuke kao i servis i dodatne usluge kupcu, efikasnu koordinaciju globalnih zahteva, partnera i proizvodnje.

2. Novi koncepti organizacionih struktura proizvodnih sistema

Globalna konkurencija među preduzećima i nove organizacione strukture nastale kao rezultat prilagođavanja novonastalim uslovima poslovanja, zahteva nove sisteme upravljanja, kontrole i organizovanja kroz distribuirane i agilne proizvodne sisteme, integraciju međuorganizacijskih informacionih sistema i spremnost na brze i dinamične promene okruženja. S obzirom na to nastali su novi koncepti međuorganizacionog povezivanja i stvaranja složenijih partnerskih odnosa kroz formiranje tzv. virtualnih fabrika (*Virtual Enterprise VE*) [3] ili mreža proizvodnje (*Production in Networks*) [6]. S druge strane razvoj informacionih tehnologija omogućuje koncepte e-proizvodnje (*e-Manufacturing*) [5] koja omogućuje sinhronizaciju proizvodnih procesa i sistema sa poslovnim sistemima.

Koncepti virtualnih preduzeća - Virtualna preduzeća predstavljaju jedan od specijalnih slučajeva umreženog poslovanja. Zasnivaju se na kooperaciji preduzeća koja čine mrežu koja se formira za izvođenje privremenog zadatka. Nakon završetka zajedničkog poslovnog zadatka, posmatrane virtualne fabrike se razdvajaju a kompanije učesnici se vraćaju svom uobičajenom poslovanju. Virtualna preduzeća su koncept koji se može definisati kao privremeni savez preduzeća koja dele zajednički resurse, veštine i informacije kao bolji odgovor na poslovne prilike i čija kooperacija je podržana kroz kompjutersku mrežu. Prošireno preduzeće je poseban slučaj, gde je jedno preduzeće dominantno u mreži organizacija. Termin virtualno preduzeće se koristi zato što ova preduzeća imaju sve karakteristike preduzeća ali nisu stalne, permanentne organizacije. Danas postoji trend u savremenom svetu da se za svaki složeni proizvod koji ima različite modele razvijaju ovakve organizacione strukture preduzeća.

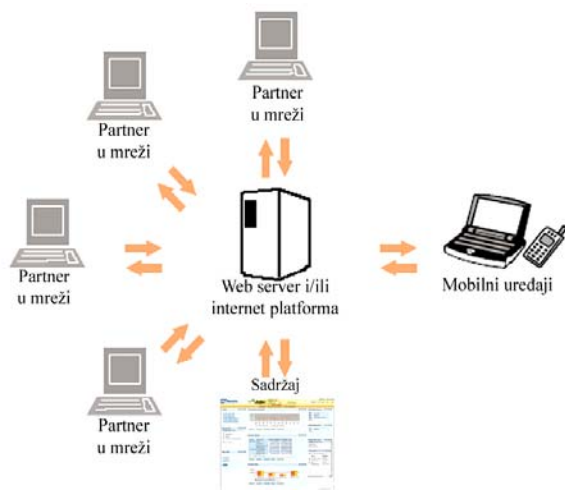
Koncepti mrežne proizvodnje - Osnovna prednost proizvodnih mreža odnosi se na međusobno korišćenje resursa i zajedničko planiranje procesa stvaranja nove vrednosti. Savremeni kupac ima sve složenije i

¹ Mr Radomir Ivanović, dipl. maš. inž., Mašinski fakultet Beograd, e-mail rivanovic@mas.bg.ac.yu

² Borislav Kovljenić, dipl. maš. inž., Mašinski fakultet Beograd, e-mail bkovljenic@mas.bg.ac.yu

kompleksnije zahteve koje preduzeća moraju da ispune. Kako su proizvodi sve složeniji, a zahtevani rokovi sve kraći potrebno je u mreži partnera pronaći rešenje za nedostajuće kapacitete i resurse koji će biti angažovani za ispunjenje nekog zadatka nastalog u novim okolnostima. Cilj proizvodnih mreža je korišćenje spoljašnjih resursa ugovaranjem dela proizvodnje sa partnerima iz mreže. Razvoj mrežne proizvodnje nameće nove zahteve za sisteme za planiranje i upravljanje proizvodnjom (*Production Planning and Control PPC*). U mrežnoj proizvodnji procesi izrade i montaže karakteriše visoka međuzavisnost. Planiranje je zajedničko na nivou mreže, dok se detaljni planovi prave na nivou pojedinačnih partnera [6]. To se ostvaruje zajedničkim planiranjem i terminiranjem aktivnosti kroz mrežu uzimajući u obzir opterećenja i mogućnosti resursa različitih partnera. Korišćenje modernih sredstava komunikacije kao što su email, glasovne poruke, Internet ili kompjuterske konfencijske veze je presudna za uspeh u distribuiranim organizacijama kao što je proizvodnja u mreži, virtualne fabrike ili virtualni timovi.

Potrebno je da se razmene detaljne informacije između partnera o proizvodima i o proizvodnji. Na primer, proizvođač može da nadgleda aktuelne i očekivane kapacitete koji pripadaju dobavljaču sa kojim je uspostavljen partnerski odnos, ili pratiti aktuelne radne naloge, omogućujući mu da prema tome prilagođava vlastite planove. Ako dobavljač primi zahtev ranije onda on može planirati rezervaciju kapaciteta za budući period, specijalno za tog proizvođača. Za koordinaciju svih resursa, narudžbina i ostalih aktivnosti u okviru mreže potreban je visok stepen transparentnosti informacionih sistema za planiranje i upravljanje proizvodnjom. Ovaj zahtev se odnosi na dostupnost detaljnih informacija u mreži partnera. Uobičajena razmena informacija između preduzeća se delila u veoma ograničenom stepenu. Međutim, ukoliko fabrike žele da učestvuju u mreži, one moraju da promene svoje stavove prema upravljanju informacijama, naime fabrike moraju obezbediti pristup sopstvenim podacima za partnere u mreži. Takođe fabrike koriste informacije od drugih partnera na isti način. Tok informacija ide u oba smera od proizvođača do partnera i obrnuto. Tehnička realizacija razmene podataka može biti različita, online ili offline. Online razmena ili nadgledanje podrazumeva da se koriste podaci iz baza/e kojima ostvaruju pristup svi participanti. Informacioni sistemi za upravljanje i planiranje proizvodnjom se međusobno povezuju koristeći zajedničke baze ili delove baza podataka i ostvarujući pristup svim podacima koji su potrebni za njihov zadatak. Ovi podaci su pripremljeni za mrežnu razmenu tako da svaki partner zadržava kontrolu nad svojim podacima i partneri dobijaju samo neophodne informacije. Razmena informacija u okviru proizvodne mreže ostvaruje se pristupom aplikacijama informacionih sistema partnera i njihovim bazama podataka od strane učesnika u mreži preko Interneta. Pristup podacima može biti od jednostavnih učitavanja specifikacija proizvoda do korišćenja niza drugih aplikacija informacionog sistema partnera koje se mogu selektivno dozvoljavati spoljašnjim korisnicima.



Slika 1. Komunikacija u okviru proizvodnje u mreži

Komunikaciona infrastruktura koja je razvijena na Web tehnologijama smanjuje potrebu za dugotrajne i skupe direktne kontakte pri komunikaciji, omogućava smanjenje gubitaka vremena koje nastaje usled netačnih informacija koje mogu da rezultiraju iz nemogućnosti komunikacije i frekvente povratne razmene informacija. Centralni Web server sadrži relevantne informacije o procesima u mreži slika 1. [6]. Partneri u mreži mogu da pristupaju na Web server kada oni žele, i koriste se aplikacijama prema definisanim pravilima bezbednosti podataka. Brzina i jednostavna dostupnost na globalnom nivou pretvaraju Internet u prevashodni medijum za razmenu informacija u mreži. Internet tehnologije omogućavaju svim učesnicima u mrežnoj proizvodnji da komuniciraju u realnom vremenu i pristupaju informacijama kroz internet aplikacije kao što su Web portali ili

aplikacije e-poslovanja slika 1. Osim toga kako Internet poseduje dostupnost na globalnom nivou, informacije se mogu dobijati bilo gde i bilo kada kad za njima postoji potreba.

Koncept e - proizvodnih sistema - E-proizvodnja i njena strategija razvoja predstavljaju fundamentale elemente i zahteve za provođenje potrebnih promena u industrijskoj proizvodnji u njenoj tranziciji u okviru poslovnog okruženja koji se zasniva na e-poslovanju. Ova tranzicija je u punoj meri zavisna od napredovanja razvoja naprednih proizvodnih tehnika e-preduzeća i e-automatizacije (*e-factory* i *e-automation*) koje su fokusirani na korišćenje informacija za uspostavljanje uspešnije saradnje na globalnoj osnovi [2].

E-proizvodni sistemi u ovim sistemima igraju važnu ulogu, pre svega uključujući koncept virtualnih proizvodnih linija (*Virtual Production Lines VPL*) u jedan e-proizvodni sistem, gde se svi podaci iz procesa koji su u elektronskom obliku mogu distribuirati kroz mrežu. E-proizvodnja je transformacioni sistem koji omogućava ostvarivanje maksimalnih performansi proizvodnih sistema kroz sinhronizaciju sa poslovnim sistemima, a omogućuju je korišćenje Web tehnologija i mobilnih uređaja kao što su bežični sistemi, PDA uređaji, telefoni i sl. To je integracija informacija i odluka kroz: tok podataka (na nivou procesa/mašine), informacionom nivou (informacioni sistem fabrike), i na nivou novca (poslovnom nivou). Kao rezultat usvajanja e-poslovanja u preduzećima su ostvarena unapređenja i ubrzanja kroz sve poslovne oblasti i aktivnosti u današnjim uslovima. Za proizvodne sisteme informacioni sistemi su nezaobilazni za njihovo uspešno e-poslovanje, gde se za sisteme upravljanja i planiranja proizvodnje u realnim uslovima u ovim sistemima zahteva integracija ERP sistema i e-proizvodnih sistema (*e-Manufacturing System EMS*) [1].

3. Informacioni sistemi za nove koncepte upravljanja poslovnim sistemima

Navedeni novi načini poslovanja proizvodnih sistema, predstavljaju specijalne zahteve i probleme koji povećavaju kompleksnost razvoja, upravljanja i integracija aplikacija. Osnovni zahtevi koji treba da budu obuhvaćeni u savremenim informacionim sistemima su [1]:

- **Integracija preduzeća**, na prvom mestu je integracija svih podsistema unutar jednog preduzeća, ali takođe i integracija sa sistemima drugim preduzeća u mreži.
- **Distribuirana organizaciona arhitektura**, funkcije, znanje i operacije mogu da budu geografski distribuirane. S obzirom na to Web tehnologija i Internet su nezamenjive tehnologije za razvoj aplikacija.
- **Heterogenost okruženja**, proizvodni sistemi sa različitim hardverom i različitim softverskim aplikacijama. Standardi koji obezbeđuju multihardversku kompatibilnost, nude daleko više tehničkih resursa.
- **Integracija kadrova**, sistemi treba da omoguće integraciju kadrova sa hardverom i softverskim aplikacijama.
- **Kooperacija**, proizvodna preduzeća moraju uspostaviti kooperaciju sa dobavljačima, partnerima i kupcima po složenijim modelima povezivanja.
- **Otvorena i dinamička struktura**, treba da omogući integraciju novih sistema (ili resursa) ili izmenu postojećih sistema bez zaustavljanja procesa.
- **Dinamičke organizacione strukture**, treba da ima mogućnost korišćenja različitih organizacionih struktura i njihovih dinamičkih izmena u ciljem prilagođavanja promenljivim uslovima globalnog tržišta.

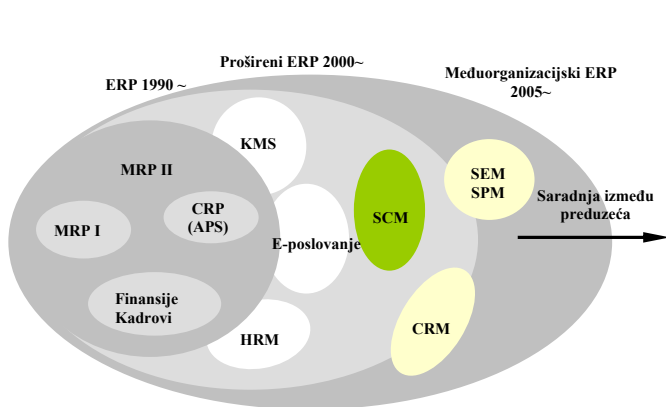
Razvoj proizvodnih aplikacija koje ispunjavaju ove zahteve i podržavaju nove organizacione strukture, predstavljaju jedan značajan problem koji nije rešen u potpunosti, zbog potreba kao što su prevođenje podataka, decentralizovano planiranje i terminiranje, reorganizacione tehnike itd. Prevođenje podataka je uslovljeno korišćenjem informacija iz različitih decentralizovanih okruženja koja su različita za svako preduzeće. Primeri jedne takve razmene informacija između preduzeća je preko komercijalnih komunikacionih platformi koje koriste EDI (*Electronic Data Interchange*) format, ili opis proizvoda koristeći STEP protokol. Međutim, ovi standardi ne rešavaju u potpunosti problem razmene pošto se ne mogu koristiti za razmenu u svim slučajevima, kao na primer procesnih informacija, informacija u vezi kvaliteta, itd. Današnji standard za razmenu podataka je XML (*eXtensible Markup Language*).

Ovim novim zahtevima treba da se dodaju raniji standardi za ove sisteme: modularnost, skalabilnost, interoperativnost, Web osposobljeni ERP sistemi.

4. Struktura integrisanih informacionih sistema

Promene u poslovnom svetu kao što su promene tržišnih uslova, promene u organizacionim strukturama preduzeća, sve izraženija potreba za tačnim i pravovremenim informacijama koje će omogućiti donošenje pravih poslovnih odluka, razvoj novih koncepta upravljanja izazivale su i promene u modelima informacionih sistema za planiranje i upravljanje proizvodnjom. Pored toga, razvoj novih tehnologija prvenstveno informacionih i komunikacionih, razvoj personalnih računara, takođe ima izuzetno velik uticaj na razvoj novih modela.

Razvoj informacionih sistema prikazan je na slici 2. i predstavlja logičku evoluciju ovih sistema s obzirom na razvoj novih koncepata poslovanja. Informacioni sistemi za planiranje i upravljanje proizvodnjom su osnovni deo ukupnog sistema poslovanja i u tom kontekstu ih treba posmatrati kroz integraciju sa ostalim podsistemima. Vremenom ovi sistemi su se proširivali novim aplikacijskim sistemima koji su obuhvatali unapređenja koja uključuju upravljanje svim aktivnostima koje učestvuju u lancu stvaranja vrednosti s ciljem minimizacije cena i vremena isporuke proizvoda kupcu.



Slika 2. Prikaz razvoja informacionih sistema



Slika 3. Struktura poslovnih informacionih sistema

ERP su u stvari skup transakcionih sistema, pri čemu su transakcioni sistemi u stvari standardni aplikativni softverski proizvodi za pojedine funkcije slika 3. Prošireni ERP sistemi obuhvataju i aplikacije za tzv. B2B sisteme, koji obuhvataju:

- Upravljanje lancima snabdevanja (*Supply Chain Management SCM, E-Procurement*) – uključuje funkcije kao što su distribucija, logistika, planiranje nabavke, upravljanje snabdevanjem, i saradnju sa dobavljačima.
- Upravljanje prodajom i servisom (*Sales and Service Management SSM*) – uključuje softvere za podršku automatizaciji prodaje, servisiranja, vraćanje proizvoda i sl.
- Upravljanje odnosima sa kupcima (*Customer Relationship Management CRM*) – preuzimanje odgovornosti i podrške za isporučene proizvode, zadovoljstvo kupaca i njihovo zadržavanje.

Generalno posmatrano ERP sistemi predstavljaju polaznu osnovu na kojima se grade svi novi trendovi u savremenom poslovanju, bez obzira na složenost i relativno visoke troškove uvođenja, mnoge danas "same po sebi razumljive" poslovne aktivnosti postale bi praktično nemoguće. Trendovi u savremenom poslovanju kao što je e-poslovanje, Web servisi kao na primer "upravljanje poslovnim lancem" (*Supply Chain Management*), koje podrazumeva nabavku i plaćanje elektronskim putem, kao i optimizacija poslovanja više preduzeća kroz složenije lance povezivanja (partnere, dobavljača i kupaca) u jednoj industriji, bez ERP-a kao integralnog izvora podataka, teško bi se mogao praktično implementirati.

Na najvišem nivou u sistemu aplikacija informacionih sistema nalaze se Data Warehouse sistemi kao skladišta podataka odnosno, meduaplikacioni repozitorijumi i izvršni portali kao upravljačke table koje koriste top menadžeri slika 3. Softverske aplikacije u okviru ERP sistema mogu da okupljaju i upravljaju informacijama koje su stigle iz različitih transakcija tzv. transakcionih sistema i podacima koji nisu strukturirani, niti ih treba strukturirati, ali su od velikog interesa za upravljanje preduzećem. Dominantna tehnologija za projektovanje takvih sistema svakako je Data Warehousing. Data Warehouse se zasniva na prikupljanju raznih podataka koji postoje u sistemu, smešteni u bazama podataka, dokumentima i drugim izvorima informacija. Ovi podaci se selektivno i optimizovano memorišu stvarajući novu bazu podataka pripremljenu za dalju obradu. Uloga skladišta podataka jeste objedinjavanje podataka iz različitih baza podataka i aplikacija u okviru informacionih sistema. Ovako pripremljeni podaci mogu se prezentovati u različitim oblicima sa osnovnim zadatkom pružanja podrške odlučivanju. Ovakvi sistemi za podršku odlučivanju (*DSS – Decision Support Systems*) su prvenstveno namenjeni Top menadžerima i višim slojevima rukovodioca. Na ovom nivou vrši se transformacija informacija iz različitih podsistema u oblike za jednostavnu analizu i pregled. Bitna karakteristika aplikacionih sistema na ovom nivou je da su dostupni preko Web-a u obliku portala. Portal predstavlja centralno mesto pristupa informacijama potrebnim pri poslovanju jedne organizacije sa kojeg korisnik pristupa podacima. Portal i Web-tehnologija olakšava napore oko integracije podataka. Predstavljaju Web aplikacije koje se mogu startovati koristeći samo Web čitač odnosno neki od browsera. Ove karakteristike portala omogućuju uvid u sve vrste informacija i čini ih dostupnim u bilo koje vreme i sa bilo kog mesta. Kako portali sadrže standardne sisteme za komunikaciju

između korisnika na Internetu (e-mail, chat, sms i sl.) omogućuju direktnu komunikaciju sa svim kao i međusobnu komunikaciju menadžera na svim nivoima. Menadžeri obavljaju različite funkcije i svaki menadžer zahteva različite tipove informacija za donošenje adekvatnih odluka, stoga rade sa različitim, njima prilagođenim portalima.

Aplikativni sistemi višeslojne arhitekture koji se zasnivaju na Web tehnologijama, XML-u i drugim standardima omogućuju razvoj IS koji treba da ispune zahteve novog poslovanja, odnosno verziju arhitekture koja treba da se suoči sa izazovom koji predstavlja doba informacija.



Slika 4. Servisi koje obezbeđuje Oracle9i aplikacioni server

Suštinu aplikativnih sistema višeslojne arhitekture u stvari predstavlja srednji sloj (*middleware*) koji se realizuje kroz različite vrste aplikativnih servera. Može se reći da se aplikativni serveri postali informatički standard kod svih značajnih softverskih proizvođača. Aplikativni server preduzeću treba da omogući da se koncentriše na kreiranje novih korisničkih Web servisa koji će unaprediti komparativnu prednost u odnosu na konkurenciju, smanjujući napore i troškove usmerene ka održavanju infrastrukture neophodne za stalno prisustvo u virtuelnom svetu Internet ekonomije [4]. Različite aplikacije napravljene različitim alatima je vrlo teško ukomponovati na efikasan

način, što je samo po sebi skupo i neproduktivno. Jedinstvena platforma obezbeđuje stabilnu infrastrukturu za sve poslovne aplikacije u preduzeću u svim njegovim organizacionim delovima štedeći i vreme i novac. Pored toga, omogućava efikasnije administriranje i održavanje ovih sistema. Na slici 4. dat je prikaz dela karakteristika Oracle9i aplikacionog servera koji obuhvata podršku za sve Internet standarde i sve aplikativne sisteme, počev od integracije sistema za upravljanje proizvodnjom (*ERP*) i aplikacija e-poslovanja, zatim portala i sistema za podršku odlučivanju do podrške za bežične uređaje uz obezbeđenje sistema za zaštitu, sigurnost, administraciju i održavanje sistema.

Primeri dela IS za planiranje i upravljanje proizvodnjom koji je razvijen kao troslojna arhitektura aplikativnog sistema sa ORACLE sistemom za upravljanje objektno relacionom bazom podataka (*Oracle9i Release 2*) i ORACLE aplikacionim serverom data je na slikama 5 i 6. Slika 5 predstavlja deo aplikacije u podsistemu tehnologija i to je primer obrazaca za unos podataka u *html* prikazu. Na slici 6 dat je primer izveštaja koji predstavlja rezultat obrade podataka.

ID Data	Naziv sistema	Dr. Tip	Naziv tehnološkog postupka	NC program
4040	RAZVOJNIK	1	IZRADA RAZVOJNIKA	
3	BORISLAV KOVLJENIC	11	JUVANA JAKOVLEVIC	15/04/2003

BR OP	Klas	br op	Naziv operacije	Grupa materija	ID Materije	Mesto TR	Tpr
10	214654		OBRADE LEVE POLOVINE	110000	110003	1	20
20	1239		OBRADE DESNE POLOVA	110000	110003	1	15
30	667465		BRUSENJE	300000	300001	3	10
40	307456		GLODANJE	200000	200001	1	12
50	789654		BRUSENJE	700000	700001	4	15

Br Zahvata	Naziv	Alat	Naziv alata	Potrošnja A	Tpr	Dubina	Korak	H	Protaz	Duzina
10	GRUBO POPREČNO STRUJ	80003	STRUJARSKI NOZ	.25	2	1.25	1000	1		
20	UZDUŽNA GRUBA OBRAB	80004	STRUJARSKI NOZ	.89	3	2.25	500	1		
30	BRUSENJE RUPJE Ø19 H	90003	ZAVOJNA BURGILJA	1.35	4.5	1.2	450	1		
40	RAZBUŠAVANJE RUPJE	90004	ZAVOJNA BURGILJA	15	5	2.5	400	1		
50	UNUTRAŠNJE STRUGANJ	80002	STRUJARSKI NOZ	.31	.75	1.5	630	1		
60	UNUTRAŠNJE STRUGANJ	80002	STRUJARSKI NOZ	.35	1.25	.63	250	2		

Slika 5. HTML obrazac za unos tehnologije izrade

ID ALATA	Naziv alata	STANJANJE	Standardni servis	Potrebni vreme	Postojeci	Potrebna količina
80000	STRUJARSKI NOZ	FCSJ23		79.00	60.00	2
80002	STRUJARSKI NOZ	STRC		111.00	60.00	2
80003	STRUJARSKI NOZ	PFPH		25.00	30.00	1
80004	STRUJARSKI NOZ	CTSP		104.00	30.00	4
90003	ZAVOJNA BURGILJA	JAR.K.03.149		139.00	90.00	2
90004	ZAVOJNA BURGILJA	JAR.K.C1.031		15.00	90.00	1
90005	ZAVOJNA BURGILJA	JAR.K.F1.020		16.00	90.00	1
80001	STRUJARSKI NOZ	CSPP		1.00	60.00	1
80003	STRUJARSKI NOZ	PFPH		4.00	30.00	1
80004	STRUJARSKI NOZ	CTSP		1.00	30.00	1
90003	ZAVOJNA BURGILJA	JAR.K.03.149		9.00	90.00	1
90004	ZAVOJNA BURGILJA	JAR.K.C1.031		24.00	90.00	1
90005	ZAVOJNA BURGILJA	JAR.K.F1.020		15.00	90.00	1
80006	VRETNASTI BURGILJO	JAR.K.03.149		36.00	30.00	2
80010	EDNOGLODANJE	JAR.K.C1.031		3.00	30.00	1

Technologist: 15.04.03 BORISLAV KOVLJENIC
 Approver: JUVANA JAKOVLEVIC

Slika 6. Primer izveštaja – Potrebni alati

Prednosti višeslojnih softverskih aplikacija su univerzalni korisnički interfejs, koji za unos podataka koristi *html* strane, preko kojih se, takođe, prikazuju i rezultati obrade i upita nad bazom podataka, te se stoga klijent, ili nivo prikaza najčešće realizuje kao PC na kome radi samo browser za Web. Klijentski deo aplikacije je postojanjem srednjeg sloja, odnosno aplikacionog servera značajno rasterećen i kako ga čini samo Web browser, softver na radnim stanicama postaje jednostavniji, hardverski manje zahtevan, a samim tim i lakši za održavanje, instalaciju, nadogradnju kako softvera tako i hardvera.

5. Zaključak

Jedna od glavnih karakteristika novih organizacionih struktura preduzeća je uzajamno korišćenje među-organizacijskih informacionih sistema. Informacije koje se razmenjuju u okviru virtualnog preduzeća, mogu da obuhvate predviđeno opterećenje proizvodnih kapaciteta, dostupnost resursa među partnerima, naručene količine i planirane narudžbine i sl. S obzirom na to, za informacione sisteme u ovim virtualnim preduzećima se postavljaju novi zahtevi vezani za otvorenosti i tehnologiju na kojoj se razvijaju kako bi se obezbedilo potrebno povezivanje.

Aplikativni sistemi višeslojne arhitekture koji se zasnivaju na Web tehnologijama, XML-u i drugim standardima omogućuju razvoj IS koji treba da ispune zahteve novog poslovanja, odnosno verziju arhitekture koja treba da se suoči sa izazovom koji predstavlja doba informacija. Razvojeni dinamički model informacionog sistema za planiranje i upravljanje proizvodnjom na bazi primene Internet tehnologija i višeslojne arhitekture predstavlja dobru osnovu za razvoj poslovnog informacionog sistema prema strukturi datoj na slici 3. obezbeđujući mogućnost integracije i proširenja B2B sistemima, Data Warehouse sistemima odnosno razvoj Web portala kao menadžerskih alata koji se nalaze na najvišem nivou u sistemu aplikacija informacionih sistema .

LITERATURA

- [1] Ivanović R., *Mogućnosti razvoja višeslojne strukture informacionog sistema za planiranje i upravljanje proizvodnjom*, Magistarska teza, Beograd 2003.
- [2] Koç M., Ann Arbor, Jay Lee, Pulak B, Introduction Of E-Manufacturing, NAMRC 2003 E-Manufacturing Panel, McMaster Univ., 2003.
- [3] Leitão P., Barata J., Camarinha-Matos L., Boissier R., Trends In Agile And Co-Operative Manufacturing, to appear in Proceedings of Low Cost Automation Symposium, Berlin, Germany, 2001.
- [4] Oracle dokumentacija, Oracle9i Application Server Release 2, New Feature Summary, Oracle Technical White Paper, September 2002.
- [5] PROCEEDINGS, ESPOO 2003 VTT SYMPOSIUM 224, Global Engineering and Manufacturing in Enterprise Networks, GLOBEMEN, Helsinki, 2003.
- [6] Wiendahl, H.-P., Lutz, S., Production in networks, Annals of the CIRP 2002, Vol. 51/2, (pp. 573-586).

INFORMATION SYSTEMS FOR NEW MANUFACTURING CONCEPT IN BUSSINES SYSTEMS

Resume

Prosperity at information technologies constantly increases abilities of the enterprises for realising high productivity with better quality and lower prices. Present activities at the enterprise are very depending of the effectively developing and using information systems (IS). In this paper is given preview of new manufacturing concept like virtual enterprise, production in networks or e-manufacturing and preview of requests that these systems require from IS what is the basic for functionality this manufacturing concept. Besides, in paper is analysed structure of contemporary IS and given an example of the part developed systems for production planning and control.

Key words: *Information Systems, Virtual Enterprise, Production in Networks, E-manufacturing, Web Technology.*



Lj. Lukić, M. Kalajdžić, R. Rakanović¹

RAZVOJ I PRIMENA SISTEMA CAD/CAM PROJEKTOVANJA SLOŽENIH PROIZVODA U USLOVIMA DISTRIBUIRANE PROIZVODNJE²

Rezime

Tradicionalni sistemi automatizovanog CAD/CAM projektovanja složenih proizvoda, uglavnom podrazumevaju da projektant na osnovu funkcionalnih karakteristika proizvoda, sprovede proračune i potrebne inženjerske analize, dizajnira proizvod u 3D formatu i izradi kompletnu projektno konstrukcionu dokumentaciju. Radioničku dokumentaciju preuzimaju tehnolozi koji razradjuju elemente proizvodnog procesa (izradu delova, nabavaku ugradbenih komponenti, redosled, faze, montažu, kontrolu) i tehnološku dokumentaciju lansiraju u proizvodnju.

Ovakav metod rada zahteva da proizvodno preduzeće poseduje biroe za više inženjerskih i proizvodnih funkcija i da se sve faze stvaranja proizvoda realizuju u okviru jedne velike fabrike (projektovanje, tehnologija, planiranje, proizvodnja, kontrola, montaža, itd.). U današnjim uslovima kod nas je veoma mali broj takvih fabrika. Zbog toga se proizvodnja složenih proizvoda realizuje u velikom broju malih i srednjih preduzeća. U radu se prikazuje metodologija CAD/CAM projektovanja na konkretnim primerima, u uslovima distribuirane proizvodnje, gde se pojedine tehnološke operacije izvode u različitim preduzećima, a razvoj proizvoda i koordinacija proizvodnje se obavljaju sa jednog mesta.

Ključne reči: CAD/CAM projektovanje, distribuirani proizvodni sistemi

1. UVOD

Klasična metodologija CAD/CAM projektovanja podrazumeva određene faze razvoja složenih proizvoda, u kojima se integralno posmatra svaka inženjerska aktivnost od ideje i konceptualnog projektovanja do plasmana proizvoda na tržištu. Faze razvoja i projektovanja obuhvataju:

- idejni - konceptualni projekat,
- modeliranje i 3D dizajn proizvoda na osnovu funkcionalnih karakteristika,
- proračune i inženjerske analize (statičke, dinamičke, temperaturne, zvučne, ...),
- dimenzionisanje i izbor ugradbenih modula i komponenti,
- izradu proizvodne i projektne konstrukcione dokumentacije (dokumentacija za proizvodnju delova, termičku obradu i površinsku zaštitu, montažu, kontrolu, dokumentacija za funkcionalna ispitivanja i testiranje delova, modula i integrisanog proizvoda, dokumentacija za korisnika - uputstva za korišćenje, održavanje itd.).

Da bi se proizvod razvio u što kraćem vremenu, i da bi zadovoljio funkcionalne zahteve već u prototipskoj fazi njegove izrade, tako da se i prototipska varijanta proizvoda može plasirati kupcima, neophodna je

¹ Prof.dr Ljubomir Lukić, dipl.inž.maš., Mašinski fakultet Kraljevo, 36000 Kraljevo, Dositejeva 19, tel. +381 36 336 866, e-mail: pbs1@tehnicom.net, prof.dr Milisav Kalajdžić, dipl.inž.maš., Mašinski fakultet u Beogradu, 11000 Beograd, 27.marta 80, tel. +381 11 3370 341, e-mail: kalajdzic@mas.bg.ac.yu, prof.dr Ranko Rakanović, dipl.inž.maš., Mašinski fakultet Kraljevo, Dositejeva 19, tel. +381 36 336 866, e-mail: rakanovic.r@maskv.edu.yu.

² U radu se prikazuje deo rezultata istraživanja u okviru projekta "Implementacija automatizovanog projektovanja obradnih sistema i procesa u industriji prerade metala", ev. broj TR 6319B, u čijem finansiranju učestvuje Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Vlade Republike Srbije.

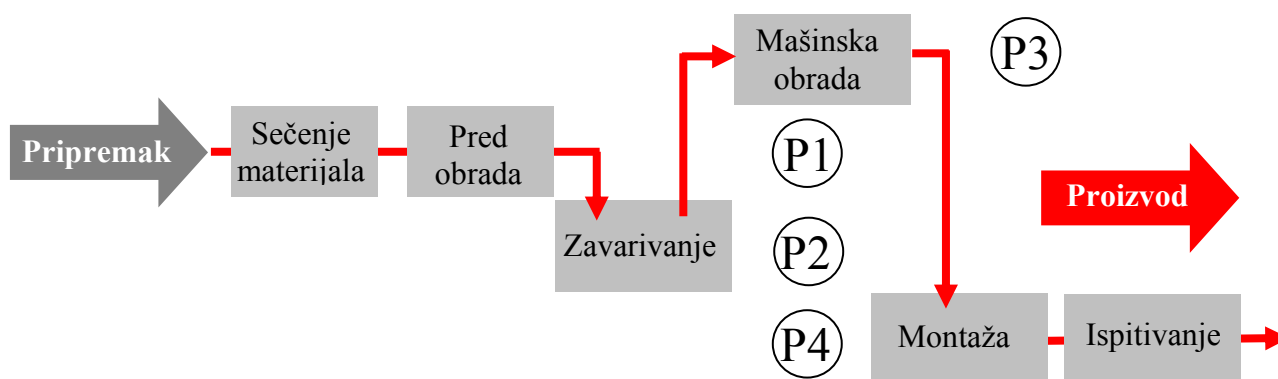
primena modernih metoda projektovanja, koje podrazumevaju napredne tehnologije i tehnike simultanog inženjerstva.

Kod složenih proizvoda u procesu razvoja i osvajanja proizvodnje, neophodno je integrisati veliki broj delova, ugradbenih komponenti i modula u jedinstvenu funkcionalnu celinu. U vreme kada su u našoj zemlji postojali veliki fabrički i proizvodni kompleksi, koji su imali velike projektne i razvojne sektore sa iskusnim projektantima, tehnološke službe koje su iscrpno poznavale tehnologiju izrade proizvoda, sa karakteristikama svih raspoloživih proizvodnih resursa i imale organizovane službe kontrole kvaliteta i laboratorije za specijalizovana ispitivanja, testiranje i verifikaciju funkcionalnih karakteristika proizvoda, način izrade projektne konstrukcije i proizvodne dokumentacije se zasnivao na ovim činjenicama. Međutim, danas je jedino moguće proizvesti složeniji proizvod u našem industrijskom ambijentu u više malih i srednjih preduzeća (u distribuiranoj proizvodnji), koja su specijalizovana za parcijalne tehnološke procese, pojačanom koordinacijom proizvodnih faza i izradom projektne konstrukcije i tehnološke dokumentacije u sintetizovanoj formi na CAD radnim stanicama.

2. DISTRIBUIRANA PROIZVODNJA

Razvojni inženjeri i projektanti su uobičajeno radili kompletnu konstrukciju i radioničku dokumentaciju, sa listama sastavnih delova, koju su preuzimali tehnolozi i fabričke službe za planiranje i organizovanje proizvodnje. Na osnovu konstrukcione dokumentacije svaki sektor fabrike, učesnik u proizvodnom ciklusu je izradjivao sebi potrebnu dokumentaciju koja je bila osnov za praćenje, upravljanje i kontrolu proizvodnog ciklusa. Danas ne postoji ni jedna velika fabrika kod nas koja ima potrebne resurse da potpuno samostalno realizuje jedan složeniji proizvod, a da ne koristi u određenim fazama proizvodnje usluge drugog preduzeća, bar za neku specijalizovanu tehnološku operaciju.

Kod nas danas, uglavnom proizvode razvijaju manje grupe od nekoliko inženjera različitih specijalnosti (inženjeri projektanti mašina, elektro projektanti, elektroničari - hardveristi/softveristi, automatičari, tehnolozi), i oni već u fazi razvoja moraju imati viziju svih budućih aktivnosti u realizaciji kompletnog proizvoda. U takvim uslovima gde je neophodna organizacija osvajanja proizvoda u uslovima distribuirane proizvodnje u više različitih malih preduzeća (slika 1), koja su u stanju da realizuju samo pojedine tehnološke operacije, a da se sa jednog mesta prati, upravlja, kontroliše i koordinira proizvodnja, neophodan je izmenjen pristup u izradi projektne dokumentacije.



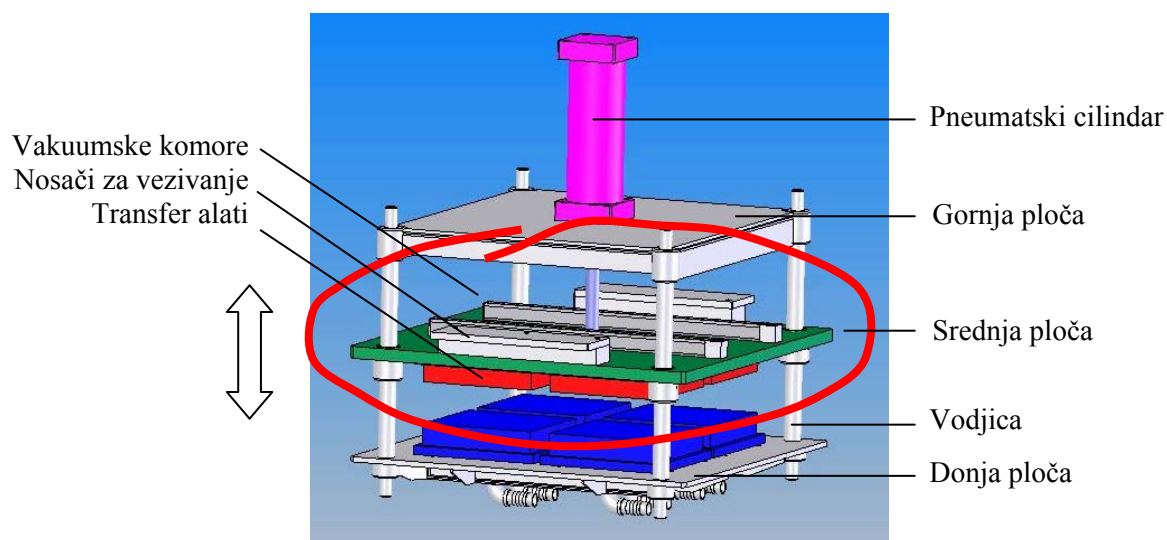
Slika 1. Kretanje priprema kroz tehnološke operacije u više različitih preduzeća

Olakšanje u inženjerskom radu je primena CAD/CAM sistema u 3D projektovanju proizvoda, koji omogućuje efikasnu izradu projektne-proizvodne dokumentacije koja se dostavlja kooperantima samo sa onim sadržajem koji definiše predobradjen pripremak koji dolazi u njihovo preduzeće i sve elementarne operacije koje treba da budu realizovane u preduzeću, kao i karakteristike obradjenog proizvoda koji izlazi iz procesa obrade u tom preduzeću i ide na dalju obradu u druga preduzeća sve do završne obrade i montaže. Dakle, kompletnu razvojnu dokumentaciju poseduju samo projektanti, a učesnici u proizvodnji dobijaju samo onaj sadržaj dokumentacije koja je neophodna za realizaciju njihovog dela proizvodnje.

3. CAD/CAM METODE PROJEKTOVANJA ZA DISTRIBUIRANU PROIZVODNJU

Metodologija CAD/CAM projektovanja u uslovima distribuirane proizvodnje se zasniva na sintezi konstrukcione i tehnološke dokumentacije, tako da preduzeće koje realizuje određene tehnološke operacije dobija jasnu i potpunu konstrukcionu, tehnološku, kontrolnu i montažnu dokumentaciju, ali samo parcijalno za onaj deo aktivnosti koje su dodeljene tom preduzeću na realizaciju. Projektna dokumentacija za proizvodnju se selektivno štampa samo sa onim parametrima koji su bitni za fazu izrade koja se odnosi na obim posla u jednom preduzeću, kako bi se primopredaja faze posla i kontrola izvršenih operacija izvršila korektno prema tehničkoj dokumentaciji.

Kao primer, navodi se projekat radnog dela forming mašine za izradu elemenata papirne ambalaže, koji se sastoji od tri ploče povezane sa četiri vodjice, od kojih je srednja ploča nepokretna, poseduje vodjice čaura, četiri transfer alata i vakuumske kanale sa nosačima za vezivanje na noseću strukuru mašine (slika 2). Za srednju ploču je vezan klip pneumatičkog cilindra koji je takodje nepokretan, a zajedno sa cilindrom i vodjicama pokreće se gornja i donja ploča pri radu mašine.



Slika 2. Radni deo forming mašine - 3D model projektovan u CAD paketu SolidWorks

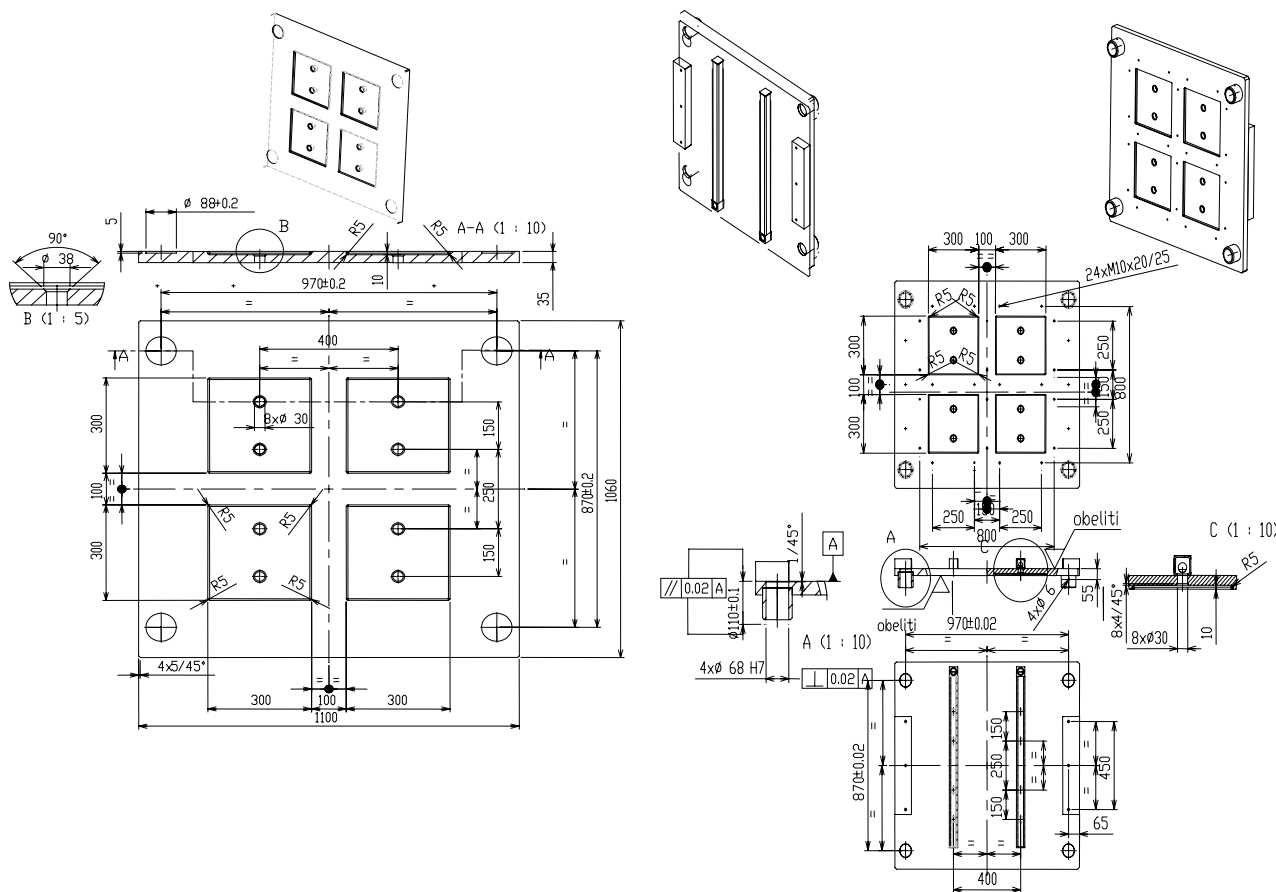
Pošto se radi o delovima izuzetno zahtevne tačnosti vodjenja, neophodno je brušenje i tvrdo hromiranje cilindričnih vodjica i visokokvalitetna obrada vodećih čaura, pošto je predviđeno da forming mašina radi automatski u tri smene sa taktom od nekoliko ciklusa u minutu. Zahtevi u pogledu tačnosti proizilaze i zbog toga, što su na donjoj ploči postavljeni radni alati koji se geometrijski potpuno uklapaju u prostorno složenu površinu transfer alata koji se nalaze na srednjoj ploči. Kompletna izrada radnog dela forming mašine u jednom malom preduzeću nije moguća zbog visokih tehnoloških zahteva za svaku operaciju u obradnom i tehnološkom procesu, što bi iziskivalo posedovanje i adekvatne tehnološke opreme u preduzeću. Zbog toga je izrada sklopa radnog dela bila podeljena u nekoliko specijalizovanih preduzeća, gde se u svakom preduzeću odvijala određena tehnološka faza proizvodnje:

- Ploče su najpre isečene iz tabli lima, predobradjene i pripremljene za zavarivanje dva nosača za vezivanje srednje ploče i dve vakuumske komore, u preduzeću koje je specijalizovano za plameno sečenje, zavarivanje, ručnu obradu i grubu predobradu materijala.
- Radne površine ploča kvadratnog oblika velikih dimenzija obradjene su u preduzeću koje je specijalizovano za mašinsku obradu na bušilicama-glodalicama sa većim radnim stolovima i većim stepenom radne tačnosti.
- Vodjice i vodeće čaure su obradjene na mašinama za cilindričnu obradu u preduzeću koje ima strugove i brusilice za cilindrično brušenje.
- Tvrdo hromiranje je realizovano u preduzeću koje ima postrojenja za površinsku zaštitu.
- Posle zavarivanja vodećih čaura, izvršena je obrada srednje ploče u sklopu sa gornjom i donjom pločom kako bi se zadovoljila tačnost u vodjenju i paralelnost radnih površina srednje i donje ploče, površina na kojima se nalaze alati. Posle svih operacija zavarivanja i sklopne obrade izvršeno je

bušenje otvora za postavljanje vezivnih elemenata, jer su alati izmenljivi i menjaju se za svaku vrstu proizvoda.

- U preduzeću u kome je izvršena montaža izvršena je i integracija sa PLC kontrolerom i sprovedeno funkcionalno testiranje korisničkog programa, koji je realizovan prema tehnološkim zahtevima proizvodnog procesa u kojima će forming mašina raditi, da bi se pokazalo da su ispunjeni svi funkcionalni zahtevi i dokazao proizvodni kapacitet mašine.

Za specifičan način distribuirane proizvodnje složenog proizvoda, uradjena je adekvatna projektna i proizvodna dokumentacija (slika 3) primenom CAD/CAM sistema i lansirana u proizvodnju.



Slika 3. Deo projektne proizvodne dokumentacije za srednju ploču radnog modula forming mašine

Posle izvršenih svih proizvodnih faza, koordinacijom, nadzorom i kontrolom proizvodnje u svim preduzećima učesnicima u proizvodnom procesu, integrisana je forming mašina i puštena u rad u sklopu proizvodne linije u jednom malom proizvodnom preduzeću u Kraljevu (slika 4).



Slika 4. Srednja ploča sa transfer alatima u sklopu forming mašine

4. ZAKLJUČAK

Posledice tranzicije u metaloprerađivačkoj industriji kod nas, dovele su do raspada velikih fabrika, i do odlaska velikog broja razvojnih inženjera i drugih stručnjaka iz fabrika. Nastala su privatna mala i srednja preduzeća za specijalizovane tehnološke usluge u kojima su nosioci znanja bivši specijalisti u velikim fabrikama, koja sve više postaju nezaobilazan faktor u realizaciji složenih proizvoda. Ta mala preduzeća su specijalizovana ne samo u oblasti izrade softvera, elektronskih komponenti, kontrolera, razvoja specijalizovanih ugradbenih modula, već i za neke tradicionalne vrste obrade metala (sečenje, livenje, kovanje, zavarivanje, brušenje, površinska zaštita, mašinska obrada itd.). Mala privatna preduzeća imaju organizovan načina rada, potpuno kontrolisano finansijsko poslovanje i kao takva mogu ostvariti potreban kvalitet, a isto tako garantovati završetak posla u strogo definisanom roku, što nije slučaj danas sa velikim poslovnim sistemima industrije prerade metala, koji su u fazi restrukturiranja i procesa privatizacije.

Današnji ambijentalni uslovi razvoja proizvoda kod nas direktno utiču i na promenu pristupa u projektovanju i razvoju proizvoda u odnosu na tradicionalni način. Metodologija CAD/CAM projektovanja treba jednim značajnim delom da bude orijentisana na korišćenju jeftinijih softverskih paketa koji su dostupni preduzetnicima i koji ne zahtevaju računarsko komunikacionu infrastrukturu visokih performansi, a da sam način modeliranja proizvoda i proizvodnih tehnologija bazira na distribuiranoj proizvodnji. Da je ovaj koncept opravdan ilustruje i prikazan primer razvoja i proizvodnje forming mašine, koju je uspešno realizovalo malo proizvodno preduzeće "Servotech" d.o.o. iz Beograda za potrebe malog proizvodnog preduzeća "Kesten" d.o.o. iz Kraljeva.

LITERATURA

- [1] Lukić, Lj., Kalajdžić, M.: Teške CNC alatne mašine i obradni centri, Projekat MIS 3.02.0176B, Mašinski fakultet Kraljevo, Mašinski fakultet Beograd, LOLA Institut Beograd, MNTR, 2002-2003.
- [2] Kokotović, B., Lukić, Lj., Kalajdžić, M.: Hidrostatičke vodjice na teškim mašinama alatkama, Zbornik radova VIII međunarodne konferencije MMA 2003 – fleksibilne tehnologije, Novi Sad (2003), str.39-40 & CD ROM.
- [3] Lukić, Lj., Kalajdžić, M., Spasić, Ž.: Savremene metode projektovanja i CIM modeli, Festival informatičkih dostignuća "INFOFEST 96", Budva (1996), str. 126-138.
- [4] Lukić, Lj., Kalajdžić, M., Pijevac, T.: Savremene metode projektovanja proizvoda i tehnologija, Zbornik radova XI naučno-stručnog skupa Info-Teh '96, Donji Milanovac (1996), str.372-377.

Lj. Lukić, M. Kalajdžić, R. Rakanović

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF CAD/CAM SYSTEM DESIGN OF COMPLEX PROJECTS IN CONDITIONS OF DISTRIBUTED PRODUCTION

Abstract

Traditional systems of automatic CAD/CAM design of complex products mostly understand that designer, on the basis of functional products characteristics, do the calculations and necessary engineer analysis, design the product in 3D format and do the complete project-constructional documentation. Workshop documentation is taken over by technologists who work out in detail elements of production process (parts production, supplying of built components, order, phases, installation, control) and launch in production technological documentation.

This work method request that production enterprise possesses bureaus for more engineer and production functions and that all phases of products creation are realized into one big factory (design, technology, planning, production, control, installation, etc.). In today conditions, there are very small number of such factories. Because of that, production of complex products is realized in large number of small and medium enterprises. This paper presents methodology of CAD/CAM design on concrete examples, in conditions of distributed production, where several technological operations are done in different enterprises, and product development and coordination of production are done from one place.

Key words: *CAD/CAM design, distributed production systems*

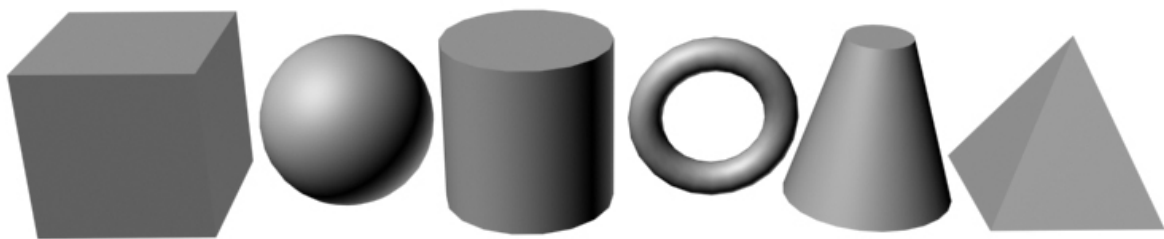
S. Ivanović, Lj. Lukić¹**METODE 3D MODELIRANJA INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA
U TEŠKOJ MAŠINOGRADNJI****Rezime**

Za potrebe prostornog grafičkog prikazivanja industrijskih postrojenja prilikom njihovog projektovanja i razvoja, neophodno je adekvatno 3D modeliranje objekata od kojih se sastoje ta postrojenja. Metode 3D modeliranja određuju kvalitet grafičkog prikaza pojedinačnih objekata i postrojenja u celini, a naročito kvalitet prikazivanja kinematskog funkcionisanja postrojenja kroz vizuelnu animaciju. Izbor metode za 3D modeliranje zavisi od tipa objekta, kao i od vrste i broja kretanja koje taj objekat izvodi. U radu se prikazuje i jedan realizovan praktičan primer 3D modeliranja složenog postrojenja u teškoj mašinogradnji.

Ključne reči: 3D modeliranje, animacija

1. UVOD

Objekti od kojih se sastoje industrijska postrojenja su najčešće veoma složenih geometrijskih oblika, sa velikim brojem različitih tipova površina. Programski CAD paketi koji se koriste za modeliranje, grafički prikaz i prikaz kinematskog funkcionisanja objekata koriste prostije geometrijske oblike (slika 1) za formiranje složenijih geometrijskih struktura. Od jednostavnih, elementarnih geometrijskih oblika - primitiva modeliraju se industrijska postrojenja u trodimenzionalnom, realnom izgledu. Takav način modeliranja omogućuje maksimalne mogućnosti u postupku dizajniranja i proračuna, a kasnije i funkcionalnoj simulaciji.

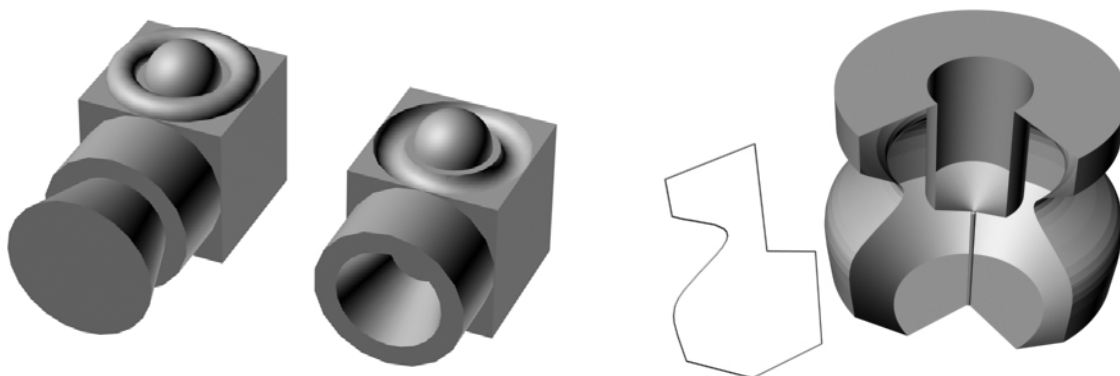


Slika 1. Osnovni geometrijski oblici u CAD projektovanju

U zavisnosti od alata koje pružaju programski paketi, složenosti geometrijske strukture, kinematskih funkcija, kao i cilja prikaza koriste se različiti načini 3D modeliranja objekata. Najčešće se primenjuju Bulove operacije (unija, presek i razlika) na primitivima ili izvedenim objektima (slika 2a) i operacije (translacija, rotacija i transformacija) na izvodnicama budućeg objekta (slika 2b). Ovakav metod generisanja

¹ Mr Slobodan Ivanović, dipl.inž.maš., Mašinski fakultet Kraljevo, 36000 Kraljevo, Dositejeva 19, tel. +381 36 336 866, e-mail: ivanovic.s@maskv.edu.yu, prof.dr Ljubomir Lukić, dipl.inž.maš., Mašinski fakultet Kraljevo, 36000 Kraljevo, Dositejeva 19, tel. +381 36 336 866, e-mail: pbs1@tehnicom.net.

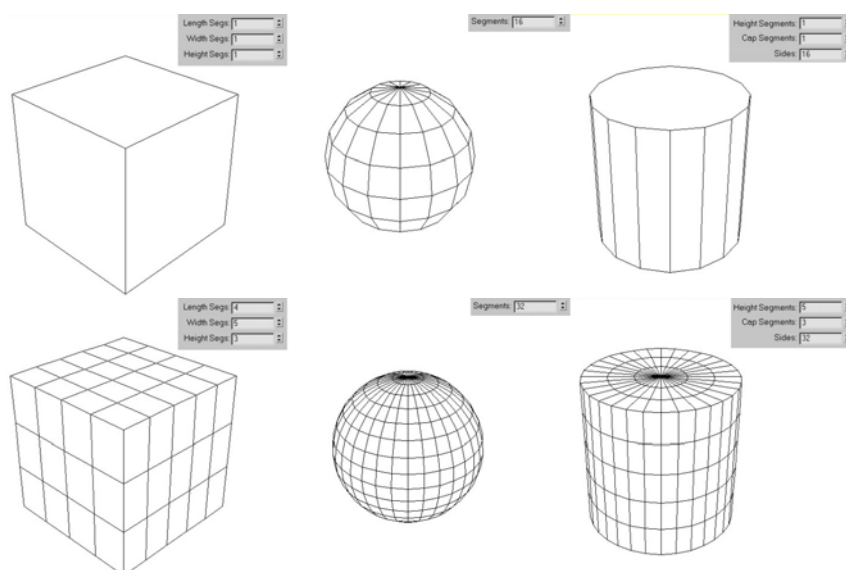
složenih prostornih površina i geometrijskih oblika, omogućuje izuzetno realan prikaz projektantu u fazi razvoja proizvoda, što mu omogućuje maksimalnu posvećenost kreativnom radu, i oslobadja napora da formira viziju budućeg proizvoda na apstraktan način.



Slika 2. Metode 3D modeliranja objekata
a) generisanje složenijih geometrijskih oblika, b) operacija rotacije u formiranju složenih oblika

2. MULTI-OBJEKTNE STRUKTURE

Za modeliranje još složenijih geometrijskih struktura koriste se transformacije standardnih primitiva i izvedenih objekata u multi-objektne structure (slika 3).

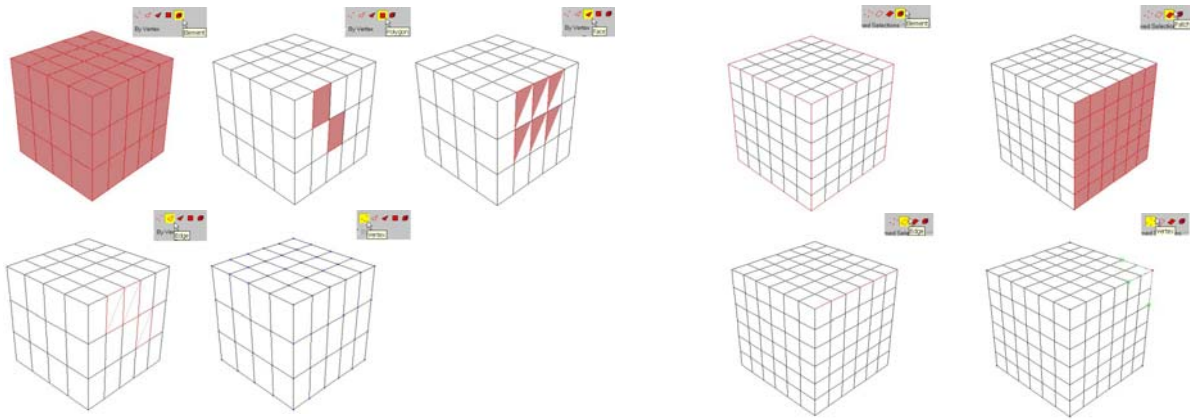


Slika 3. Prikaz multi-objektnih struktura

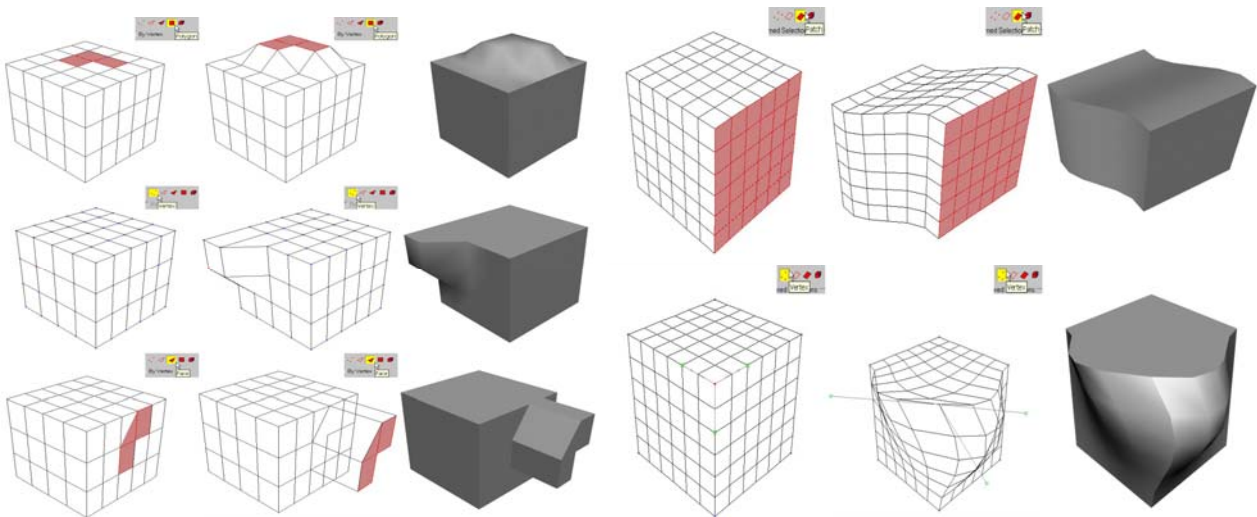
Svaka površina osnovnog objekta se sastoji od određenog broja segmenata i taj broj se može menjati prema zahtevima korisnika pre transformacije u multi-objektne strukture. Multi-objektne strukture su mrežna (*mesh*) i umetna (*patch*). Mrežna multi-objektna struktura se sastoji od hijerarhijski složenih pod-objekata (slika 4a): celog objekta (*element*), poligona (*polygon*), trouglova (*face*), ivica (*edge*) i tačaka (*vertex*).

Umetna multi-objektna struktura sastavljena je takodje od hijerarhijski složenih pod-objekata (slika 4b): celog objekta (*element*), umetaka (*patch*), ivica (*edge*) i tačaka (*vertex*).

Transformacije multi-objektnih struktura se izvode osnovnim transformacijama na nivou pod-objekata (translacija, rotacija i promena dimenzija) kao i specifičnim transformacijama koje zavise od programskih paketa za modeliranje. Translacija poligona, trouglova ili tačaka kod umetnih struktura (slika 5a) ili kod mrežnih struktura (slika 5b) dovodi do transformacije svih susednih pod-objekata.



*Slika 4. Prikaz multi-objektnih struktura
a) mrežna multi-objektna struktura b) umetna multi-objektna struktura*



*Slika 4. Transformacije multi-objektnih struktura
a) transformacije mrežnih multi-objektnih struktura b) transformacije umetnutih multi-objektnih struktura*

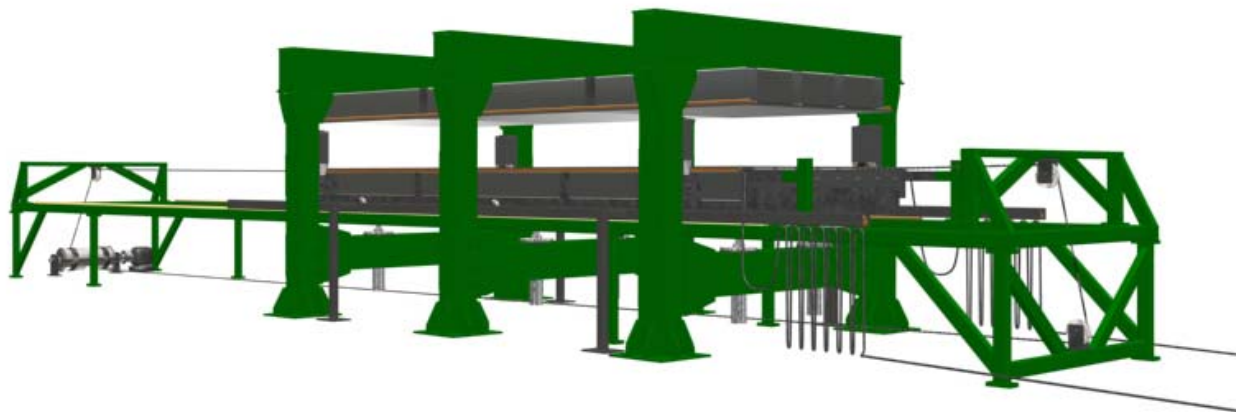
3. ANIMACIJA RADA POSTROJENJA

Modeliranje 3D ima veliki značaj u razvoju složenih mašinskih konstrukcija u teškoj mašingradnji, kada je u fazi projektovanja, potrebno uraditi kompjutersku animaciju rada postrojenja i sagledati kretanje i ponašanje pojedinih sklopova u realnim uslovima eksploatacije (slika 5). Grafičkom animacijom i simulacijom rada postrojenja se ostvaruje:

- testiranje i analiza sinhronizacije kretanja pojedinih mehanizama na postrojenju,
- kolizija paralelnih funkcija i istovremenog rada različitih modula mehanizovanog postrojenja,
- identifikacija potrebe za programabilnom automatizacijom tehnološkog procesa postrojenja, sa definisanjem funkcionalnih senzora, graničnih prekidača i zaštitnih sistema na postrojenju,
- analiza vremenskih dijagrama, definisanje ulaza i izlaza za programabilne automate,
- definisanje sigurnosnih sistema i elemenata zaštite opslužilaca postrojenja,
- verifikacija produktivnosti postrojenja i vremenskih pokazatelja.

Simulacija rada industrijskih postrojenja teške mašingradnje ima poseban značaj, zbog toga što se takva postrojenja po pravilu razvijaju unikatno, prema potrebama tehnološkog procesa, tako da nema mogućnosti korekcije prototipa, i poboljšanja kroz serijsku proizvodnju testiranjem i ispitivanjem funkcionalnog

ponašanja prve verzije postrojenja. Postrojenja teške mašingradnje su veoma skupa, i u takvim projektima greške učinjene u fazi razvoja imaju veoma velike posledicama po investitora u finansijskom smislu.



4. ZAKLJUČAK

Na Mašinskom fakultetu u Kraljevu, primenom metoda 3D modeliranja realizovano je više složenih modela industrijskih postrojenja u oblasti teške mašingradnje i sprovedena funkcionalna analiza, u cilju verifikacije konstrukcijskih rešenja a radi smanjenja vremena i troškova izrade. Animacija u 3D modelu realno prikazuje sve kritične detalje i momente u kasnijem radu postrojenja, što značajno olakšava rad projektantima.

LITERATURA

- [1] Lukić,Lj., Kalajdžić,M., Ivanović,S. i grupa saradnika: Teške CNC alatne mašine i obradni centri, Projekat MIS 3.02.0176B, Mašinski fakultet Kraljevo, Mašinski fakultet Beograd, LOLA Institut Beograd, MNTR, 2002-2003.
- [2] Lukić, Lj., Ivanović, S.: Exapt Plus system za programiranje CNC mašina alatki, XIX savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije sa međunarodnim učešćem, Beograd, 2002 (Zbornik radova na CD-u).
- [3] Lukić, Lj., Kalajdžić, M., Spasić, Ž.: Savremene metode projektovanja i CIM modeli, Festival informatičkih dostignuća "INFOFEST 96", Budva (1996), str. 126-138.
- [4] Lukić, Lj. i grupa saradnika: Teške CNC alatne mašine i obradni centri, Projekat MIS 3.02.0176B, Mašinski fakultet Kraljevo – MNTRS, Kraljevo 2002 - 2003.
- [5] Vukićević, M., Ivanović,S.: Simulacija procesa tačkastog elektrootpornog zavarivanja (analitički model), XXV savetvanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Beograd, 1994, str. 283-289.
- [6] Gašić,M., Ivanović,S.: Prilog geometrijskoj identifikaciji noseće strukture portalnih kranova, Naučno-stručni skup "Transport u industriji", Beograd, 1992, str. 304-309 (6 strana).

S. Ivanović, Lj. Lukić

3D MODELING METHODS FOR INDUSTRIAL PLANTS IN HEAVY MACHINERY

Abstract

For needs of graphic presentation in space of industrial plants on the occasion of its designing and development, adequate 3D modeling of objects which are the parts of that plants, is necessary. 3D modeling methods determine quality of graphic presentation of object separately and the whole plant and specially the quality of kinetical function of plant through visual animation. The choice of method for 3D modeling depends on type of object, and also on the sorts and number of movements which that object do. This paper presents also one realized practical example of 3D modeling of complex plant in heavy machinery.

Key words: 3D modeling, animation

31. JUPITER KONFERENCIJA
31st JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



27. simpozijum

NU * ROBOTI * FTS

Zlatibor, april 2005.

NU – ROBOTI –FTS
NC - ROBOTS – FMS

Anghel, C., Gillich, G., Chioncel, C. THE BEHAVIOUR OF THE BEARING SHELLS WITH LOW STANIUM CONTENT FOR THE ELECTRICAL RAILWAY ENGINES	3.110
Bojović, B. FRAKTALNI PARAMETRI U TRIBOLOGIJU POLIMERA	3.80
Đapić, M. PRILOG RAZVOJU METODA ZA OCENU PROJEKTNIH REŠENJA U ODNOSU NA MONTAŽU	3.56
Dibalová, M., Acova, M. GRINDING AS A FINISHING PROCESS WITH EMPHASISING OF SURFACE ROUGHNESS	3.102
Dimić, Z. SISTEMSKI SOFTVER ZA UPRAVLJANJE TROOSNOM GLODALICOM SA PARALELNO KINEMATIKOM	3.12
Dimitrov, B., Dimitrov, I. ZAVARIVANJE BAKRA I TITANA EKSPLOZIJOM	3.72
Gašić, M., Savković, M. UTICAJ KRIVINE POLUGE TRAVERZE NA PROMENU NAPONA PRI AKSIJALNOM OPTEREĆENJU	3.76
Ghitu, A., Dumitriu, S. RESEARCHES REGARDING WELDING OF PEHD PIPES	3.118
Glavonjić, M., Živanović, S., Milutinović, D. TROOSNA PARALELNA MAŠINA pn101	3.1
Jakovljević, Ž., Petrović, P. IDENTIFIKACIJA PROFILA GUSTINE NITI PO POPREČNOM PRESEKU TEKSTILNOG PLATNA PRIMENOM SENZORA VEŠTAČKOG GLEDANJA I DISKRETNE VEJVLET TRANSFORMACIJE	3.50
Janjić, M., Domazetović, V., Savićević, S., Vukčević, M. ODREĐIVANJE KRIVIH OJAČANJA I NJIHOV DALJI IZBOR U NUMERIČKIM SIMULACIJAMA	3.30
Jokanović, S., Čiča, Đ. ALGORITAM ZA C(1) PUTANJU ALATA PRI OBRADI SLOŽENIH POVRŠINA	3.24
Krivošić, I., Škatarić, D. MOGUĆNOSTI USPORAVANJA RASTA NAPRSLINE NA VAZDUHOPLOVNOJ STRUKTURI	3.46
Mandić, V., Vilotić, D., Plančak, M., Stefanović, M. HLADNO VIŠEFAZNO ZAPREMINSKO OBLIKOVANJE OSNOSIMETRIČNIH OBRADAKA – FEM SIMULACIJA I EKSPERIMENTALNA VERIFIKACIJA	3.36

Milutinović, D., Glavonjić, M., Kvrđić, V., Živanović, S. NOVI PARALELNI MEHANIZAM ZA GLODALICE SA DUGAČKOM X OSOM	3.6
Pantelić, D., Savić-šević, S., Belić, I., Panić, B. PRIMENA HOLOGRAFSKIH METODA U ISPITIVANJU MEHANICKIH DEFORMACIJA I OPTERECENJA	3.64
Pejović, B., Tadić, G., Dakić, P. NOVI PRILAZ USPOSTAVLJANJU KORELACIJE IZMEĐU EKSPONENATA U TEJLOROVOJ JEDNAČINI POSTOJANOSTI I REGRESIONOJ FUNKCIJI HABANJA ALATA S OBZIROM NA NJENU PRIMENLJIVOST	3.60
Pozhidaeva, V., Živković, D. AVAILABILITY AS A CRITERION OF MAINTENANCE EFFICACY OF PILLAR DRILLS	3.114
Rančić, M., Živković, D., Jovanić, D. MODELIRANJE LOGIČKIH STRUKTURA PRIMENOM PETRIJEVIH MREŽA	3.68
Škatarić, D., Krivošić, I. ANALIZA RASTA NAPRSLINE NA OJAČANOJ STRUKTURI SA TANKIM ZIDOVIMA KOMBINOVANOM PRIMENOM PAKETA NASGRO 3.0 i FRANC 3D	3.42
Slavković, R., Jugović, Z., Popović, M. PRIMER FUNDIRANJA EKSCENTAR PRESE U OBJEKTU NASELJENOG MESTA	3.20
Tabaković, S., Gatalo, R., Zeljković, M. PRILOG RAZVOJU KOMPLEKSNOG PROGRAMSKOG SISTEMA ZA PROJEKTOVANJE I OPTIMIZACIJU MAŠINA ALATKI NA BAZI PARALELNIH MEHANIZAMA	3.16
Vasić, Ž., Kalajdžić, M. ANALIZA GEOMETRIJE REZNOG DELA ZAVOJNE BURGIIJE DUŽ GLAVNOG SEČIVA	3.125
Veselinović, S., Đurić, S., Dašić, P. LINIJA VELIKIH PRESA I ANALIZA OTKAZA	3.120
Бурькин В.В., Клименко С.А., Танович Л. ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОГЕОМЕТРИИ ПОРИСТОГО НАПЫЛЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКЕ	3.86
Мельничук П.П., Выговский Г.Н., Громовой А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЧИСТОВОГО ТОРЦОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ	3.106
Мельничук П.П., Лоев В.Е. ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ КОМБИНИРОВАНИЕМ РЕЗАНИЯ С ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ	3.96
Петраков Ю.В., УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ФРЕЗЕРОВАНИЯ КОНТУРОВ НА СТАНКАХ С ЧПУ	3.92

[← NAZAD](#)

Miloš Glavonjić, Saša Živanović, Dragan Milutinović¹⁾

TROOSNA PARALELNA MAŠINA pn101²⁾

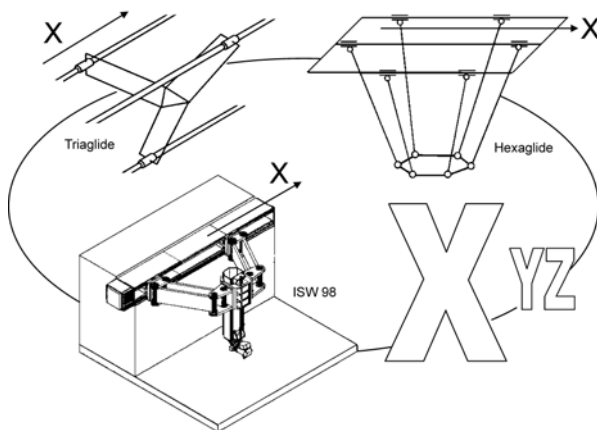
Rezime

U radu je pokazan jedan pristup interpretaciji mašina sa paralelnom kinematikom u fazi njihovog konfigurisanja. Vrlo je značajn, naročito u početnim fazama konfigurisanja, jer omogućava laku modifikaciju i promenu vrednosti parametara modela. Takođe omogućava dobijanje digitalnog prototipa koji predstavlja ulazni model u CA aplikacije, za različite proračune, analize, simulacije i projektovanje. Ovde je pokazan primer evolucije CAD modela mašine pn101 sa paralelnom kinematikom.

Ključne reči: CAD modeli, paralelni mehanizam, mašina sa paralelnom kinematikom.

1. UVOD

Mašine postoje da bi se koristile za neku transformaciju kretanja radi obavljanja planiranog posla. Radi njih zato postoje mehanizmi i nekakvo upravljanje i programiranje. Deo geometrije i kinematike mašine, koji potiče od mehanizma, ne može biti korigovan. Ako je upravljanje programabilno, onda se njime mogu podešavati neki elementi geometrije i kinematike mašine. Kada mehanizam mašine ima paralelnu kinematiku, tada su oblik i veličina radnog prostora slabost većine takvih mašina. Ipak, mehanizmi tipa Triaglide i Hexaglide primeri su mašina gde je radni prostor izdužen u pravcu jedne od pogonskih, ovde ose X (slika 1.). Za takvo izdvajanje jedne dominantne ose razvijen je jedan paralelni mehanizam za horizontalne i vertikalne glodalice pod nazivom pn101[1-5]. U poređenju sa sličnim napravljenim mehanizmima ovaj mehanizam ima bitno pravilniji oblik radnog prostora [3,4] (nalik na modifikovanu prizmu), kako je to uobičajeno za serijske mašine. Njemu onda treba dodati upravljanje da bi postao mašina. Paralelni mehanizam pn101 nastao je kao rezultat projekta Troosne paralelne mašine, koji je rađen u saradnji sa LOLA Sistemom. Oblik radnog prostora posledica je koncepcije mehanizma, a njegove mere mogu biti naknadno podešavane pomoću parametara mehanizma, a da se ne otvara posebno problem generalne sinteze.



Slika 1. Mašine sa paralelnom kinematikom sa izduženom osom X

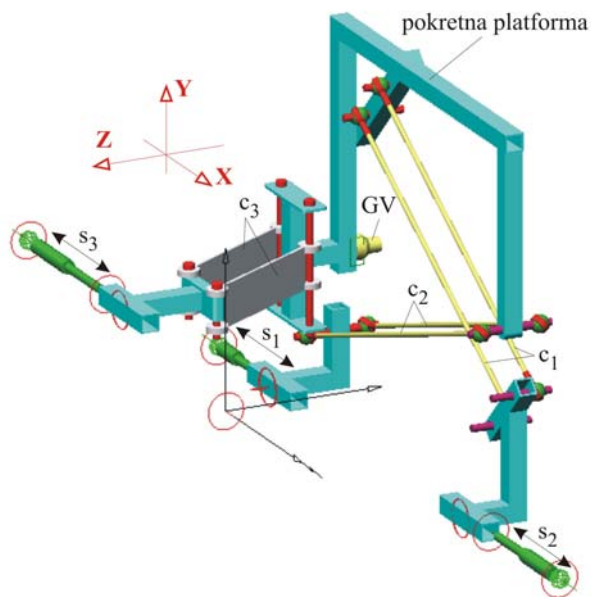
Fizički model inicijalne verzije mehanizma pokazan je na slici 2. To je kombinovani prikaz fizičkog modela i analitički dobijenog očekivanog oblika njegovog radnog prostora. Paralelni mehanizmi za mašine alatke nisu još tipizirani. Zbog toga je konfigurisanje upravljanja za svaki od njih poseban projekat. Mali budžet za projekat u domaćim uslovima podrazumeva da se takav projekat otvara sa sopstvenim resursima. Za te potrebe bilo je planirano prilagođavanje postojećeg sistema za upravljanje šestoosnim robotom sa serijskom kinematikom. Za programiranje su odabrani resursi kojima se programiraju mašine alatke sa serijskom kinematikom. Postprocesiranje se vrši kao za jednu posebnu troosnu glodalicu.

¹⁾ dr Miloš Glavonjić, vanredni profesor (mglavonjic@mas.bg.ac.yu), mr Saša Živanović, asistent (szivanovic@mas.bg.ac.yu), dr Dragan Milutinović, redovni profesor (dmilutinovic@mas.bg.ac.yu), Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd.

²⁾ Rađeno u okviru trogodišnjeg projekta MIS.3.02.0101.B Troosne paralelne mašine, u čijem su finansiranju učestvovali Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Srbije i LOLA Sistem iz Beograda i pripreme za realizaciju novog trogodišnjeg projekta 006309 Petoosne paralelne mašine.

2. POLAZNI MODEL PARALELNOG MEHANIZMA pn101

Polazna verzija paralelnog mehanizma pn101 imala je oznaku pn101_1. Pokazana je na slici 2. Prve provere geometrije i kinematike ovog mehanizma vršene su na njegovom fizičkom modelu. Na osnovu toga je napravljen njegov CAD model. Ovaj paralelni mehanizam ima veliki hod po osi X, s obzirom da se pokretni deo mehanizma može istovremeno pomerati po odgovarajućim paralelnim vodičama. Od njihove dužine zavisi i dužina radnog prostora. Mehanizam se sastoji od pokretne platforme, tri zglobna paralelograma c1, c2 i c3 i nepokretne osnove, na kojoj se nalaze dve paralelne vodice. Dva ukrštena zglobna paralelograma c1 i c2, sa sfernim i/ili univerzalnim, odnosno kardanskim zglobovima, jednim su svojim krajevima vezani za pokretnu platformu dok su drugim svojim krajevima vezani za nezavisne klizače s1 i s2, koji, sa jednom zajedničkom vodičom na bazi, čine dva osnažena i upravljana translatorna zgloba. Treći zglobni paralelogram (c3) je jednim svojim krajem, preko pasivnih translatorno-obrtnih zglobova sa dva stepena slobode, vezan za pokretnu platformu. Svojim drugim krajem je obrtnim zglobovima vezan za klizač s3, koji sa vodičom na bazi čini treći osnaženi i upravljani translatorni zglob. Pokretanjem klizača s1, s2 i s3 obezbeđuju se tri stepena slobode pokretne platforme, odnosno alata tako da platforma pri kretanju u prostoru ostaje paralelna sama sebi, odnosno zadržava konstantnu orijentaciju alata u radnom prostoru mašine[4].



Slika 2. Osnovni model paralelnog mehanizma pn101, istovremeno i verzija pn101_1

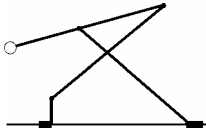
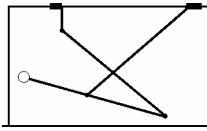
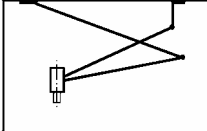
3. DEO ISTORIJE KONFIGURISANJA MAŠINE SA PARALELNIM MEHANIZMOM pn101

Plan rada za konfigurisanje ovakve mašine sa paralelnom kinematikom imao je sledeće zadatke (Z):

- Z1 Formirati konfiguraciju paralelnog mehanizma pn101 sa horizontalnim položajem glavnog vretena.
- Z2 Formirati i konfiguraciju paralelnog mehanizma pn101 sa vertikalnim položajem glavnog vretena.
- Z3 Razmotriti mogućnost proširivanja troosne mašine na petoosnu konfiguraciju.
- Z4 Dati prioritet crti mašine alatke u ovoj mašini, kako po kinematici, tako i po metodu programiranja.
- Z5 Naći i primeniti dobru razmeru softvera i hardvera u mašini i poslovanju oko nje.
- Z6 Osnovati i koristiti elemente škole za paralelne i slične mašine u toku izrade prototipa troosne paralelne mašine.
- Z7 Sprovesti izgledne optimizacije strukture mašine po odabranim i/ili uobičajenim kriterijumima.

Planirana polazna znanja, koja bi trebalo sticati u školi za paralelne mašine, bila su: rešavanje problema inverzne i direktne geometrije (IGP i DGP); identifikacija krutosti mehanizma bez pogona; izračunavanje opterećenja spojki; svestrano korišćenje Jakobijana ovog mehanizma; izbor metoda generisanja trajektorije alata; podešavanje profila brzine, ubrzanja i udara na trajektoriji alata; izbor i podešavanje procedure i resursa za programiranje mašine; podešavanje parametara upravljačkog sistema; identifikacija osetljivosti mehanizma i mašine; razvoj i korišćenje metoda kalibracije i/ili kompenzacije u upravljanju mašinom; razvoj i korišćenje metoda ispitivanja paralelne mašine. Nekoliko varijanti konfiguracija paralelnog mehanizma pn101 dato je u tablici T1. U ovoj morfološkoj matrici pokazane su samo po četiri realizacije za svaku funkciju. Tako se dobija $4^8=65536$ formalno mogućih konfiguracija mašine sa ovakvim mehanizmom. Na slici 3 su prikazani neki modeli, razvijani tokom konfigurisanja prototipa troosne paralelne mašine alatke. Polazna verzija paralelnog mehanizma pokazana je na slikama 2 i 3a). Na njenom fizičkom modelu vršena su prva ispitivanja i učinjeni prvi koraci u projektovanju eksperimentisanjem. Na slici 3b) pokazani su modeli jedne razrade polazne verzije mašine sa vertikalnim vretenom. Osnovna razlika između ovih modela je u koncepciji pasivnih zglobova. Paralelni mehanizam pn101_3 ima horizontalan položaj vodica pasivnih translatorno-obrtnih zglobova i zglobova na klizaču pogonske ose p3; pn101_3a ima zakošene vodice na pasivnim translatorno-obrtnim zglobovima i na klizaču pogonske ose p3; pn101_3b ima zakošene vodice i udvojene obrtne zglobove bliže platformi. To su bile verzije koje je trebalo prevesti u radnu za dalji rad.

Tablica T1: Generator scenarija za konfigurisanje mašina sa paralelnom kinematikom pn101-*

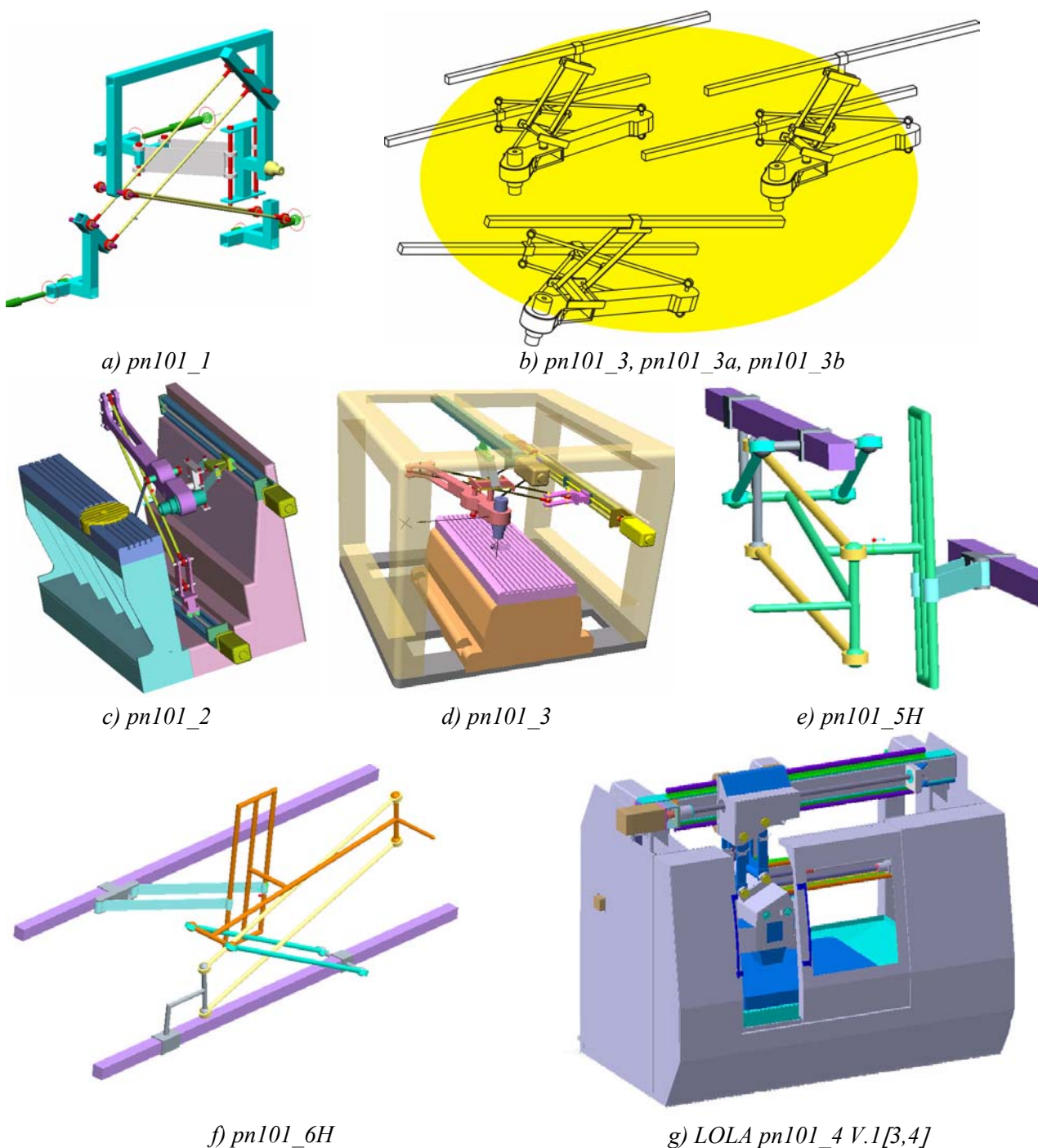
RB	Funkcija	R1	R2	R3	R4	...
1	Osnovni položaj mehanizma				R1 v R2 v R3 + 2D	...
2	Materijali	Metal	Metal+PB	Metal+PB+K	Metal+K	...
3	Pogonske ose	BP	ZV / N	ZK / K	LM	...
4	UJ	Bez UJ	PLC	RC	OA	...
5	Motiv	Samo proba SE	Samo eksponat PKM	Samo eksperiment za publikaciju	Mašina	...
6	Obim angažovanja	Samo mašina	Mašina + Interno programiranje + Simulacija	Mašina + Sprega sa CAD/CAM (+ PP)	Mašina + Sprega sa CAD/CAM + Simulacija	...
7	Razvoj softvera	Bez ponude SW	PP na bazi CAM za SK	CAD/CAM okruženje za mašinu	Kooperacija za SW	...
8	Patentna aktivnost	Samo direktna	Samo indirektna	Direktna i indirektna	Bez	...
...

Legenda:
 RB: Redni broj; R1, ...: Realizacije; PB: Polimer beton; K: Kompoziti (armirana matrica i/ili impregnirana potka); BP: Bregaste ploče; ZV/N: Zavojno vreteno sa recirkulacionom navrtkom; ZK/K: Zupčasti kaiš sa kaišnicima; LM: Translatorni motori; UJ: Upravljačka jedinica; PLC: (Servo) PLC; RC: Robot controller; OA: Open Architecture Controller; SE: Simultano inženjerstvo; PKM: Mašina sa paralelnom kinematikom; PP: postprocesor; SW: Softver; SK: Serijska kinematika

To je model sa slike 3c). On je detaljno analiziran. Bio je prvobitno planiran kao horizontalna verzija mašine. Ova konfiguracija je zamenjena novom varijantom mašine sa vertikalnim položajem glavnog vretena, slika 3d), što je bila polazna verzija za početak konstruisanja. Model sa slike 3e) je nova varijanta horizontalne mašine sa prve dve pogonske ose iznad treće, a model sa slike 3f) je verzija pn101_2 sa alatom na većoj visini. Odabrana verzija paralelnog mehanizma je pn101_4. On je realizovan kao troosna paralelna mašina pn101_4 V.1, slika 3g). U sintezi ovih modela troosne paralelne mašine postojala je mogućnost korišćenja istih komponenti za različite varijante mehanizma. Parametrizovane dimenzije modela omogućile su laku izmenljivost mera i prilagođavanje komponentata za montažu za različite parametre istog mehanizma. U okviru jedne varijante mehanizma varirani su i njegovi parametri uporedo sa rasporedom pogonskih osa, spojki i realizacijom pasivnog translatornog zgloba, da bi se dobio što povoljniji oblik radnog prostora. Primer rezultata jednog takvog konfigurisanja pokazan je na slici 4. (RB je redni broj pozicije, p1,2,3 su pogonske ose, c1,2,3 su spojke, sve u ravni paralelnoj ravni (X,Y)). Oblik radnog prostora menja se neznatno po celoj njegovoj visini. Sklapanje mehanizama i menjanje položaja klizača na pogonskim osama vršeno je na bazi rešenja inverznog geometrijskog problema (IGP). Razmena podataka između CAD/CAM/CAE radnih mesta učesnika u projektu vršena je pomoću formata IGES i STEP, omogućavajući time i uspešnu komunikaciju projektnih timova koji su radili na konfigurisanju ove mašine u CAD/CAM/CAE okruženju.

4. ZAKLJUČAK

Tokom konfigurisanja nove mašine sa paralelnom kinematikom primena CAD modeliranja značajno je doprinela skraćivanju perioda inkubacije ovog prototipa, čime je postavljeni zadatak ispunjen prema termin planu. Interpretacije paralelnog mehanizma, koje su ovde predstavljene, nastale su tokom evolucije ovog mehanizma od ideje do industrijskog prototipa. To su neka od rešenja dobijena na osnovu scenarija iz tablice T1. Takođe, postoje još neka od rešenja, koja se odnose na varijantu horizontalne mašine sa paralelnom kinematikom, koja su još uvek na nivou digitanog prototipa konfiguracije. Ovde se vrše analize parametara mehanizma, ali i načina izvođenja pravolinijskog kretanja, koje ostvaruje pasivni translatorski zglob, uz mogućnost upotrebe nekih ravanskih mehanizama koji generišu pravu liniju, ili njoj blisku (Čebiševljevi ili Poseljevi mehanizam). Prva iskustva u konfigurisanju paralelnih mašina sticana su na dvoosnim i troosnim funkcionalnim simulatorima. Po planu istraživanja bilo je potrebno osnovati i pokazni centar za paralelne mašine i oko njega okupljati sve resurse i sve inicijative. To je stalna aktivnost, a trenutno stanje rezultata daje se i na jednoj aktivnoj WEB adresi [6].



a) pn101_1

b) pn101_3, pn101_3a, pn101_3b

c) pn101_2

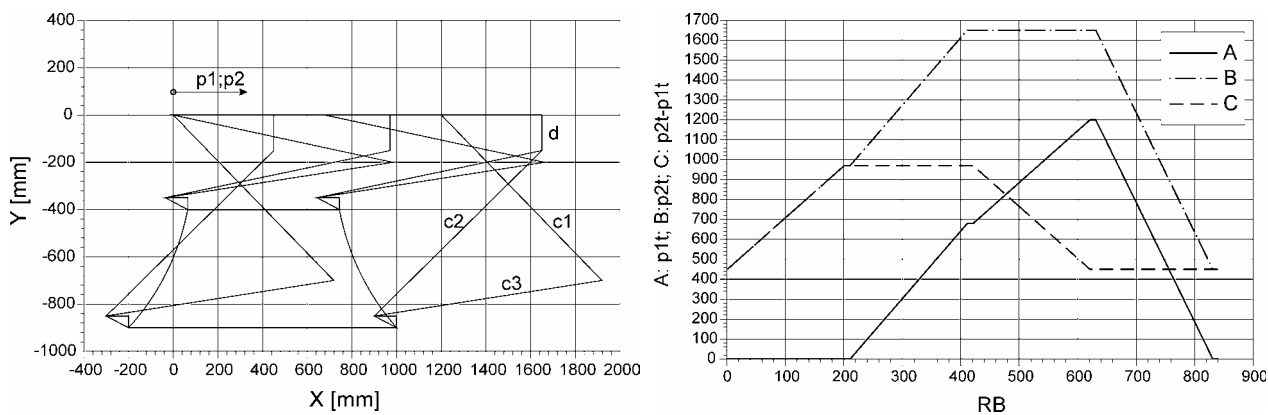
d) pn101_3

e) pn101_5H

f) pn101_6H

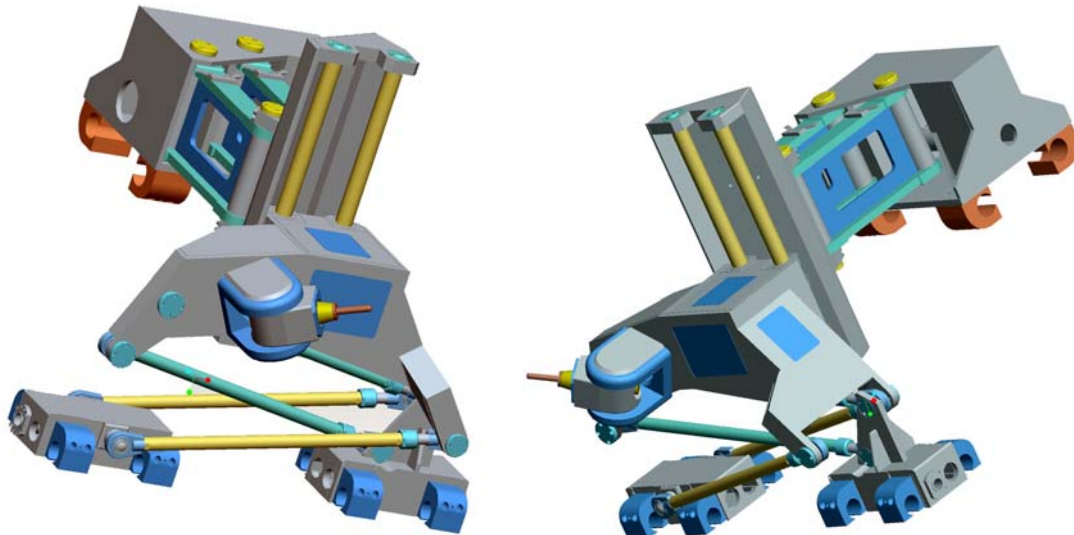
g) LOLA pn101_4 V.1 [3,4]

Slika 3. CAD interpretacije geneze prototipa jedne troosne paralelne mašine pn101



Slika 4. Presek radnog prostora mašine pn101_4 po sredini njegove visine

Uporedo je planiran nastavak istraživanja do razvoja petoosnih paralelnih mašina, za početak hibridnih: troosnih paralelnih sa dva serijska stepena slobode. Primer ovakve hibridne konfiguracije pokazan je na slici 5. Razmotreni su i aktuelni trendovi u pravljenju mašina alatki i robota, specijalno paralelnih mašina i to: rekonfigurabilnost, kalibracija, programiranje, ispitivanje, korišćenje netipičnih materijala, razvoj specijalnih komponenta itd. Inicijativa za razvoj ovakvih mašina opravdava se očekivanim tehničkim napretkom: razvojem novog prototipa angažovanjem domaćih resursa, izradom mašine i pripremom za osnivanje novog proizvodnog programa, izradom disertacije, monografijom, pokaznim centrom i/ili nečim drugim.



Slika 5. CAD model petoosne mašine (troosna paralelna pn101_4 i dvoosna serijska glava)

5. LITERATURA

- [1] Glavonjić, M., Milutinović, D., Živanović, S., IDEJNO REŠENJE ODABRANE KONCEPCIJE TROOSNE PARALELNE MAŠINE, Projekat: MIS.3.02.0101.B Troosne paralelne mašine, Elaborat 01-03-2003, Mašinski fakultet, Beograd, 2003.
- [2] Glavonjić, M., Milutinović, D., Živanović, S., STUDIJA IZVODLJIVOSTI TROOSNE PARALELNE MAŠINE i CAD/CAM PROGRAMIRANJE P3-PARALELNE MAŠINE ALATKE, Projekat: MIS.3.02.0101.B Troosne paralelne mašine, Elaborat 02-03-2003, Mašinski fakultet, Beograd, 2003.
- [3] Glavonjić, M., Milutinović, D., Živanović, S., Kvirgić, V., Višnjčić, Z., O jednoj troosnoj paralelnoj mašini, 30. JUPITER konferencija, 26. simpozijum NU - Roboti - FTS, Zbornik radova, str. 3.49-3.54, Mašinski fakultet, Beograd, 2004.
- [4] D. Milutinovic, M. Glavonjic, V. Kvirgic, S. Zivanovic, A NEW 3-DOF SPATIAL PARALLEL MECHANISM FOR MILLING MACHINES WITH LONG X TRAVEL, 2005., Annals of the CIRP, Rad primljen za objavljivanje 2005. godine.
- [5] Glavonjić, M., Milutinović, D., Živanović, S., Elaborat: MIS.3.02.0101.B Troosne paralelne mašine, Završni izveštaj, Mašinski fakultet, Beograd, 2004.
- [6] N. N., POKAZNI CENTAR ZA MAŠINE SA PARALELONOM KINEMATIKOM, <http://cent.mas.bg.ac.yu>, odrednice: projekti/troosne paralelne masine.

Miloš Glavonjić, Saša Živanović, Dragan Milutinović

CAD INTERPRETATIONS OF THREE AXES PARALLEL KINEMATICS MACHINE pn101

Summary

This paper presents one approach to parallel kinematics machines interpretation in the phase of their configuration. This is very important especially in the start phases of configuration because it enables easy modification and change of model parameters. Also, it enables generation of digital prototype which represents a start model for other CA applications for different computations, analyses and simulations. This paper gives interpretations of evolution of pn101 – parallel kinematics machine tool CAD model .

Key words: CAD models, parallel mechanism, parallel kinematics machine



Dragan Milutinović, Miloš Glavonjić, Vladimir Kvrđić, Saša Živanović¹⁾

NOVI PARALELNI MEHANIZAM ZA GLODALICE SA DUGAČKOM X OSOM²⁾

Rezime

Kao što je poznato, oblik i dimenzije radnog prostora su među najvećim nedostacima mašina sa paralelnom kinematikom (MPK). Mehanizmi Hexaglide i Triaglide su primeri kod kojih je radni prostor izdužen po jednoj osi, kao glavnoj osi kretanja što je inače uobičajena karakteristika mašina sa serijskom strukturom. Polazeći od značaja izdvajanja jedne ose kao dominantne razvijen je novi prostorni paralelni mehanizam sa 3 stepena slobode za horizontalne i vertikalne glodalice. U radu je opisana struktura mehanizma i njegova primena na primeru razvijenog prototipa vertikalne glodalice.

Ključne reči: paralelni mehanizam, modeliranje, glodalica

1. UVOD

Mašine alatke i roboti sa paralelnom kinematikom su uveliko prepoznati kao novi-revolucionarni koncept. Rezultati istraživanja u ovoj oblasti su publikovani u velikom broju radova. Međutim, iznalaženje struktura sa superiornim performansama i niskom cenom u odnosu na konvencionalne mašine još nije završeno [1]. Do sada je razvijen veliki broj MPK različitih topologija sa 3 – 6 stepeni slobode [2,3,4]. Međutim, 5 – osna obrada nije uvek neophodna za većinu delova uobičajene složenosti oblika. Iz ovih razloga su u poslednje vreme istraživanja fokusirana na razvoj mašina sa manje od 6 stepeni slobode [5]. Zbog fizičkih i komercijalnih ograničenja mnogi proizvođači trenutno razvijaju troosne MPK za obradu velikim brzinama. Kao što je poznato oblik i dimenzije radnog prostora su među najvećim nedostacima MPK. Pored prednosti koje pružaju paralelni mehanizmi sa konstantnim dužinama spojki, HEXAGLIDE i TRIAGLIDE [4,6] su mehanizmi gde je korišćenjem paralelnih vođica izdužena jedna osa radnog prostora, kao glavna osa kretanja, što je karakteristično za serijske mašine. Polazeći od značaja izduživanja jedne ose kao dominantne, razvijen je novi paralelni mehanizam sa 3 stepena slobode. U poređenju sa sličnim, ovaj mehanizam ima nekoliko prednosti: pravilan radni prostor, što je karakteristika serijskih mašina, veću krutost po prirodi koncepcije sa ukrštenim štapovima i vrlo dobar odnos sila i brzina u celom radnom prostoru. Pored toga, struktura mehanizma odnosno oblik, dimenzije i kretanja platforme omogućuju i ugradnju dve serijske ose, odnosno gradnju hibridnih paralelno-serijskih petoosnih mašina. U radu se daje struktura mehanizma i njegova primena, na primeru razvijenog industrijskog prototipa vertikalne glodalice LOLA pn101_4 V1.

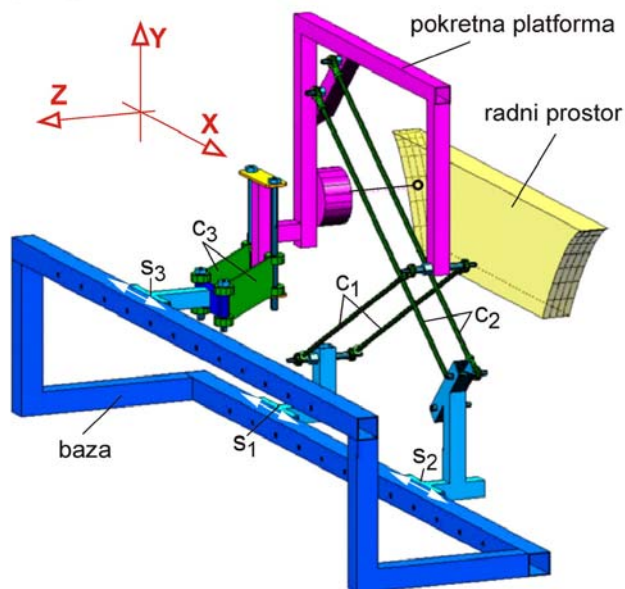
2. OPIS MEHANIZMA

CAD model inicijalne verzije mehanizma je prikazan na slici 1. To je kombinovani prikaz inicijalnog fizičkog modela i analitički dobijenog radnog prostora. Zbog specifične topologije mehanizma, fizički model je poslužio za inicijalnu proveru funkcionisanja odnosno stabilnosti mehanizma. Kao što se može videti sa slike 1, mehanizam se sastoji od pokretne platforme, tri zglobna paralelograma c_1 , c_2 i c_3 i nepokretne osnove na kojoj se nalaze dve paralelne vođice. Dva ukrštena zglobna paralelograma c_1 i c_2 , sa sfernim i/ili univerzalnim odnosno kardanskim zglobovima, su jednim svojim krajevima vezani za pokretnu platformu dok su drugim svojim krajevima vezani za nezavisne klizače s_1 i s_2 koji sa jednom zajedničkom vođicom na bazi čine dva osnažena i upravljana translatorsna zgloba. Treći zglobni paralelogram c_3 je jednim svojim krajem, preko pasivnih translatorsno-obrtnih zglobova sa 2 stepena slobode, vezan za pokretnu platformu, dok je drugim svojim krajem obrtnim zglobovima vezan za klizač s_3 koji sa vođicom na bazi čini treći osnaženi i upravljani translatorsni zglob. Pokretanjem klizača s_1 , s_2 i s_3 se obezbeđuju 3 stepena slobode pokretne

¹⁾ dr Dragan Milutinović, red. prof. (dmilutinovic@mas.bg.ac.yu), dr Miloš Glavonjić, vanr. prof. (mglavonjic@mas.bg.ac.yu), mr Saša Živanović, asistent (szivanovic@mas.bg.ac.yu), Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd, Vladimir Kvrđić, dipl. maš. inž, LOLA Sistem A.D. Beograd

²⁾ Rađeno u okviru trogodišnjeg projekta MIS.3.02.0101.B Troosne paralelne mašine, u čijem su finansiranju učestvovali Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Srbije i LOLA Sistem iz Beograda i pripreme za realizaciju novog trogodišnjeg projekta 006309 Petoosne paralelne mašine.

platforme odnosno alata tako da platforma pri kretanju u prostoru ostaje paralelna samoj sebi, odnosno zadržava konstantnu orijentaciju u prostoru.



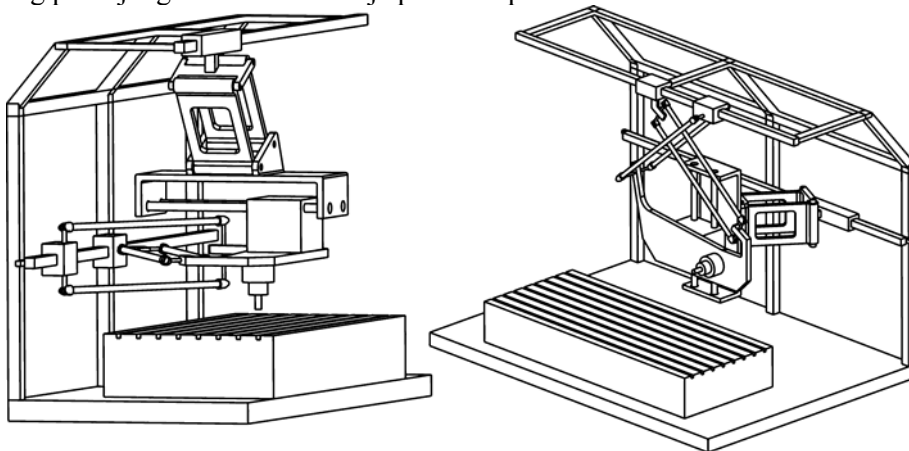
Slika 1. CAD model inicijalne verzije mehanizma

Specifičnost topologije mehanizma se ogleda u korišćenju pasivnih translatorno-obrtnih zglobova odnosno pasivnih translatorsnih stepeni slobode u Y pravcu za vezu zglobnog paralelograma c_3 sa platformom za njeno kretanje prvenstveno u Z pravcu. Na ovaj način se omogućava svojevrsno dekoplovanje međusobnog uticaja kretanja platforme u pravcima Z i Y. Time se omogućava izuzetna pravilnost radnog prostora tj. $Z_{min} = const$ i $Z_{max} = const$ na njegovim granicama za svako $Y_{min} \leq Y \leq Y_{max}$. Položaj zglobnog paralelograma c_3 , oblik njegovih segmenata i raspored zglobova mogu obezbediti veliku silu i krutost u Z pravcu, odnosno u pravcu ose alata kao i veliku krutost oko osa X i Z. Paralelnost vođica, pored toga što omogućava proizvoljnu dužinu radnog prostora u X pravcu omogućava i njegovu pravilnost u Y pravcu na njegovim granicama tj. $Y_{min} = const$ i

$Y_{max} = const$. Ukrštenost zglobnih paralelograma c_1 i c_2 , zakretanje platforme prvenstveno u pravcima X i Y, pored toga što obezbeđuje velike sile i krutosti celog mehanizma u X i Y pravcima omogućava manju dužinu vođice za istu dimenziju X radnog prostora i manju zakrivljenost na njegovim granicama X_{min} i X_{max} .

S obzirom da se klizači s_1 i s_2 ne mogu miomići, jer su na zajedničkoj vođici od moguća tri singulariteta dva su praktično neostvariva zbog konačnih dimenzija segmenata odnosno kolizija između njih (singulariteti direktne kinematike), dok se treći (singularitet inverzne kinematike) lako eliminiše mehaničkim odnosno upravljačkim ograničenjima jer se nalazi na samoj granici radnog prostora (Z_{min}). Struktura mehanizma obezbeđuje dobre prenosne odnose sila i brzina platforme sa pogonskim silama i brzinama. Jednostavnost rešavanja inverznog kinematičkog problema, mogućnost analitičkog rešavanja direktnog kinematičkog problema i inverzne Jakobijan matrice omogućavaju efikasne upravljačke algoritme. Takođe značajna prednost mehanizma je i njegova tehnološkičnost u smislu izrade i korišćenja tipiziranih komponenta i sistema razvijenih za serijske i paralelne mašine.

Varijantnost strukture mehanizma omogućava široku oblast primene za vertikalne i horizontalne troosne paralelne glodalice odnosno obradne centre, kao i za hibridne paralelno-serijske petoosne mašine zbog povoljnog oblika i dimenzija pokretne platforme.



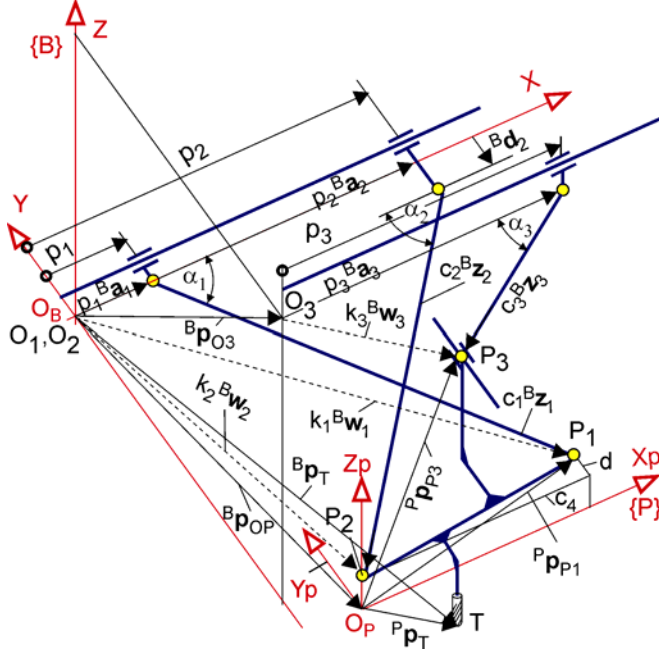
Slika 2. Koncepti vertikalne i horizontalne glodalice sa paralelnom kinematikom

Mehanizam takođe može biti pogodan i za lakše mašine kao što su mašine za obradu drveta i drugih nemetalnih materijala i industrijske robote. Varijanta mehanizma pogodna za razvoj vertikalnih i horizontalnih troosnih glodalica, odnosno obradnih centara šematski je prikazana na slici 2. Pored varijanti mehanizma sa slika 1 i 2 nije teško uočiti ni još nekoliko podvarijanti

mehanizma koje nisu od interesa za ovaj rad, a koje se mogu dobiti izostavljanjem po jedne poluge sa bilo koja dva zglobna paralelograma.

3. MODELIRANJE MECHANIZMA

Na slici 3 je prikazan geometrijski model varijante mehanizma korišćenog za razvoj prototipa vertikalne glodalice pri čemu je svaki paralelogram sa slike 1 predstavljen jednim štapom. Koordinatni frejmovi $\{B\}$ i $\{P\}$, vezani za bazu i pokretnu platformu su zbog prirode mehanizma uvek uzajamno paralelni. Vektori \mathbf{v} definisani su u koordinatnim sistemima $\{B\}$ i $\{P\}$ i označeni su kao ${}^B\mathbf{v}$ and ${}^P\mathbf{v}$. Koordinatni sistem $\{P\}$ je vezan za pokretnu platformu tako da kasnije pruža pogodnosti vezane za izradu i kalibraciju mašine.



Slika 3. Geometrijski model paralelnog mehanizma

platforme odnosno koordinatnog početka O_p koordinatnog sistema $\{P\}$ vezanog za nju.

Drugi vektori i parametri su definisani kao što je pokazano na slici 3 gde su ${}^B\mathbf{w}_i$ i ${}^B\mathbf{z}_i$, $i=1,2,3$ jedinični vektori dok su c_i , $i=1,2,3$ fiksne dužine zglobnih paralelograma [7].

Na osnovu geometrijskih relacija sa slike 4, mogu se izvesti sledeće jednačine:

$$k_i {}^B\mathbf{w}_i = {}^B\mathbf{p}_{OP} + {}^{P=B}\mathbf{p}_{pi} - {}^B\mathbf{p}_{oi} \quad (1)$$

$$k_i {}^B\mathbf{w}_i = p_i {}^B\mathbf{a}_i + {}^B\mathbf{d}_i + c_i {}^B\mathbf{z}_i \quad (2)$$

Kako su vektori ${}^B\mathbf{a}_i$ i ${}^B\mathbf{d}_i$ normalni jedni na druge to se kvadriranjem obe strane jednačine (2), dobija sledeća kvadratna jednačina

$$c_i^2 = p_i^2 - 2p_i ({}^B\mathbf{a}_i k_i {}^B\mathbf{w}_i) + (k_i {}^B\mathbf{w}_i - {}^B\mathbf{d}_i)^2 \quad (3)$$

čijim se rešavanjem po p_i dobija rešenje inverznog kinematičkog problema za zadati položaj platforme ${}^B\mathbf{p}_{OP}$ i uz poznate parametre paralelnog mehanizma kao

$$p_i = ({}^B\mathbf{a}_i k_i {}^B\mathbf{w}_i) \pm \sqrt{({}^B\mathbf{a}_i k_i {}^B\mathbf{w}_i) - (k_i {}^B\mathbf{w}_i - {}^B\mathbf{d}_i) + c_i^2} \quad (4)$$

Iz jednačine (3) se lako može uočiti da je rešenje inverznog kinematičkog problema jednostavno i za najopštiji slučaj mehanizma, jednačina (4). Međutim, rešavanje direktnog kinematičkog problema za opšti slučaj mehanizma u eksplicitnoj formi nije moguće ali se izborom pogodnih parametara to može izvesti, kao što je pokazano u [9]. Prethodno pokazani način modeliranja mehanizma odnosno opšteg rešenja inverznog kinematičkog problema, jednačina (4), je pored efikasnosti i jednostavnosti interesantna i zbog činjenice da se nominalni model može usložavati do prilično tačnog modela uzimanjem u obzir vrednosti parametara koji su na slici 3 predstavljeni kao da su nule. Ova činjenica se pokazala kao vrlo korisna u razvoju upravljačkih algoritama i sprovođenju kalibracije.

Vektori definisani parametrima mašine:

- Vektori položaja središta P_i između centara zglobova na pokretnoj platformi su definisani u koordinatnom sistemu $\{P\}$ kao ${}^P\mathbf{p}_{pi}$, $i=1,2,3$ gde su ${}^P\mathbf{p}_{p1} = [c_4 \ d \ z_{p2}]^T$, ${}^P\mathbf{p}_{p2} = [0 \ 0 \ z_{p2}]^T$, ${}^P\mathbf{p}_{p3} = [x_{p3} \ 0 \ z_{p3}]^T$.

- Vektor položaja vrha alata u koordinatnom sistemu $\{P\}$ je definisan kao ${}^P\mathbf{p}_T = [x_T \ y_T \ z_T]^T$.

- Vektori položaja referentnih tačaka O_i pogonskih osa i vektori položaja središta centara zglobova na klizačima su definisani u koordinatnom sistemu $\{B\}$ kao ${}^B\mathbf{p}_{oi}$ i ${}^B\mathbf{d}_i$, $i=1,2,3$ gde su ${}^B\mathbf{p}_{o1} = {}^B\mathbf{p}_{o2} = 0$, ${}^B\mathbf{p}_{o3} = [0 \ -y_{o3} \ z_{o3}]^T$, ${}^B\mathbf{d}_1 = {}^B\mathbf{d}_3 = 0$ i ${}^B\mathbf{d}_2 = [0 \ -d \ 0]^T$.

Vektor unutrašnjih koordinata:

- $\mathbf{p} = [p_1 \ p_2 \ p_3]$ su skalarne upravljačke promenljive, dok su vektori ${}^B\mathbf{a}_i = [1 \ 0 \ 0]^T$, $i=1,2,3$ jedinični vektori.

Vektor spoljašnjih koordinata :

- ${}^B\mathbf{p}_{OP} = [x_p \ y_p \ z_p]^T = \mathbf{x}$ predstavlja položaj

3. JAKOBIJAN MATRICE I ANALIZA SINGULARITETA

S obzirom na značaj singulariteta mehanizama sa paralelnom kinematikom ovaj problem je detaljno analiziran za varijantu mehanizma sa slike 3, koji je korišćen za razvoj prototipa vertikalne glodalice.

$$J = \begin{bmatrix} 1 & \frac{y_p + d}{x_p + c_4 - p_1} & \frac{z_p + z_{p2}}{x_p + c_4 - p_1} \\ 1 & \frac{y_p + d}{x_p - p_2} & \frac{z_p + z_{p2}}{x_p - p_2} \\ 1 & 0 & \frac{z_p + z_{p3} - z_{03}}{x_p + x_{p3} - p_3} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$J = J_p^{-1} \cdot J_x \quad (6)$$

Diferenciranjem jednačina (4) po vremenu i zamenom parametara Jakobijan matrica je određena kao u jednačini (5). Kako su jednačine (3) implicitne funkcije unutrašnjih i spoljašnjih koordinata to se njihovim diferenciranjem po vremenu Jakobijan matrica može izvesti i preko jednačina (6), gde su J_p i J_x Jakobijan matrice inverzne i direktne kinematike [10]. Na ovaj način sva tri tipa singulariteta mogu biti analizirana, odnosno singulariteti inverzne, direktne kinematike i kombinovani singulariteti.

Pažljivom analizom Jakobijan matrica J , J_p i J_x odnosno njihovih determinanti mogu se uočiti singulariteti inverzne i direktne kinematike. Međutim kako su klizači s_1 i s_2 na zajedničkoj vodiči, kao što se vidi sa slike 1, to se oni ne mogu miomići pa su od značaja samo dva singulariteta direktne kinematike (slika 4a i 4b) i jedan singularitet inverzne kinematike (slika 4c). Sa slika 1, 2 i 3 lako je uočiti da singulariteti direktne kinematike slike 4a i 4b nisu ostvarivi zbog konačnih dimenzija segmenata odnosno njihovih kolizija. Singularitet inverzne kinematike (slika 4c) je moguć ali se mehaničkim ograničenjima i upravljačkim algoritmima lako izbegava.

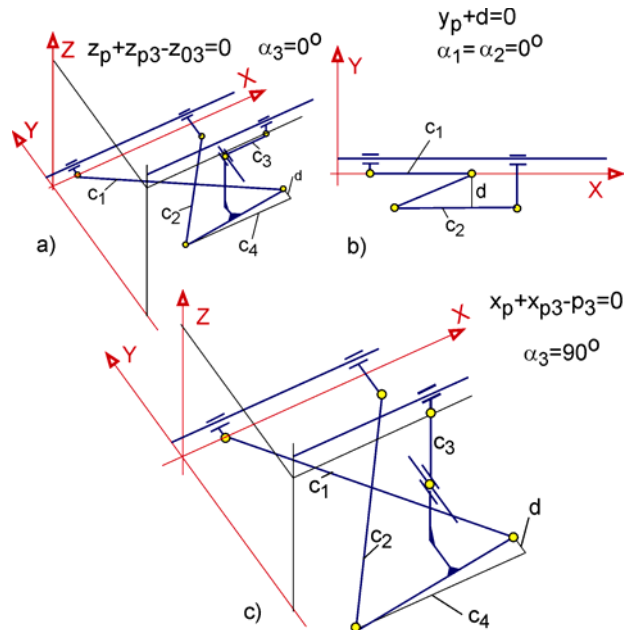
4. PROTOTIP VERTIKALNE GLODALICE SA PARALELNO KINEMATIKOM

4.1 Projektni parametri

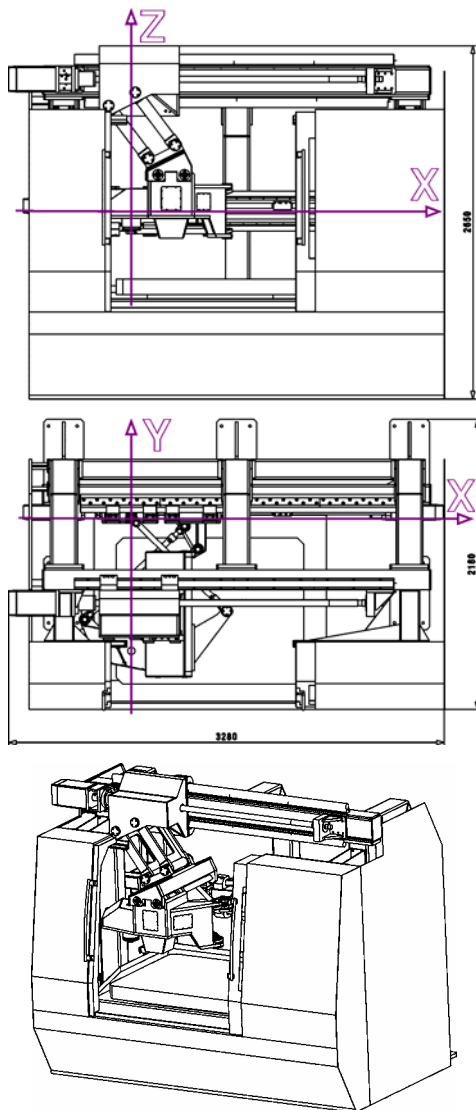
Kao što je poznato [1,8] pored izbora odgovarajuće kinematičke topologije, izbor geometrijskih parametara je veoma važan s obzirom na njihov značajan uticaj na performanse MPK.

Za dimenzije radnog prostora vertikalne glodalice od primarnog uticaja su, kao što se vidi sa slike 3, odnosno u jednačinama (3) do (5) dužine zglobnih paralelograma c_1 , c_2 , c_3 , položaji zglobova na pokretnoj platformi odnosno dimenzija c_4 platforme, kao i položaj vodiče za osu p_3 odnosno njena koordinata z_{03} . Pri koncipiranju prototipa vertikalne glodalice sa paralelnom kinematikom pošlo se od odnosa hodova glavnog vretena odnosno mera radnog prostora u pravcima X, Y i Z . Ovaj odnos je usvojen približno kao 5:2:1 što je čest slučaj za dugohodne vertikalne glodalice sa serijskom kinematikom. Za usvojenu dimenziju radnog prostora $Y = 500$ mm prvo su razmatrani uticaji dimenzija c_4 platforme i dužina paralelograma c_1 i c_2 jednih na druge vodeći pri tome računa da uglovi α_1 i α_2 budu dovoljno veliki kako bi mehanizam na granici radnog prostora bio dovoljno udaljen od singulariteta direktne kinematike slika 4a i singulariteta inverzne kinematike slika 4b. Zatim je za usvojenu dimenziju radnog prostora $Z = 200$ mm određena dužina paralelograma c_3 vodeći računa, između ostalog, i o minimalnoj i maksimalnoj vrednosti ugla α_3 kako bi mehanizam na granicama radnog prostora bio dovoljno udaljen od singulariteta direktne kinematike slika 4a i singulariteta inverzne kinematike slika 4b. Ovako određeni parametri za analize i simulacije su neznatno korigovani pri detaljnom projektovanju prototipa vertikalne glodalice (slika 5).

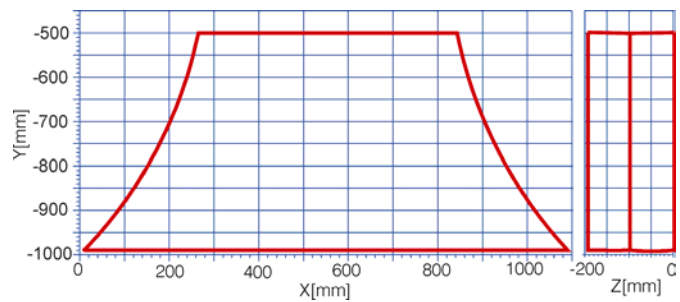
Za ovako usvojene projektne parametre određene su dimenzije radnog prostora slika 6, korišćenjem jednačina (3) uzimajući u obzir sva fizička ograničenja. Zatim je, takođe za usvojene projektne parametre za nekoliko karakterističnih horizontalnih ravni radnog prostora i veći broj tačaka na njima sračunavana vrednost $\det(J)$ slika 7. Sa slike 8 je lako uočiti da vrednosti $\det(J)$ kao i $\det(J^{-1})^T$ zavise samo od Y i Z koordinata. Ova činjenica je iskorišćena da se zatim prikažu vrednosti $\det(J)$ i $\det(J^{-1})^T$ samo u funkciji Y i Z koordinata slika 8. Iz prethodnih prikaza se mogu uočiti dobri prenosni odnosi sila i brzine platforme sa pogonskim silama i brzinama u celom radnom prostoru mašine.



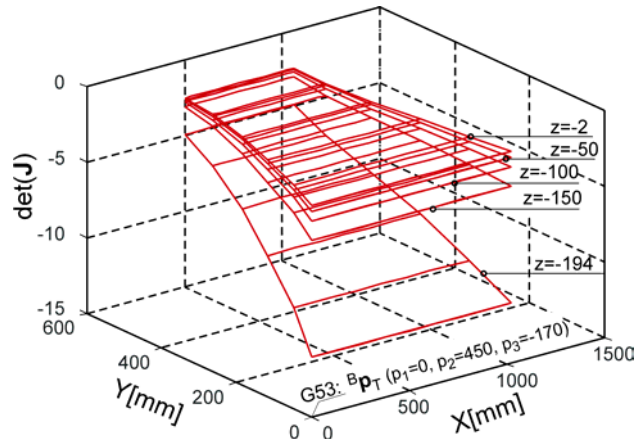
Slika 4. Tipovi singulariteta



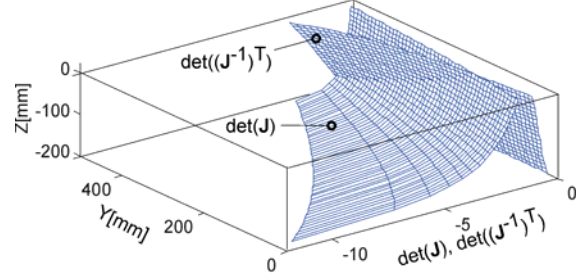
Slika 5. CAD model prototipa



Slika 6. Radni prostor razvijenog prototipa



Slika 7. Vrednosti $\det(J)$ u radnom prostoru



Slika 8. Vrednosti $\det(J)$ i $\det(J^{-1})^T$ u radnom prostoru

4.2 Prototip glodalice

Na osnovu usvojenog koncepta i projektnih parametara razvijen je prvi industrijski prototip vertikalne glodalice sa paralelnom kinematikom u LOLA Sistem AD Beograd, slika 9. Aktuatore čine servomotori, zavojna vretena i linearne vođice. Ovo je još uvek široko primenjen koncept zbog niza prednosti u pogledu cene, pouzdanosti i održavanja, ali je planirano i korišćenje linearnih motora u cilju poboljšanja brzine i ubrzanja. Upravljački sistem je baziran na adaptiranom upravljačkom sistemu robota. Programiranje je konvencionalno primenom razvijenog postprocesora za konverziju CL datoteke u G kod. Posle planiranog ispitivanja gemoetrijske tačnosti projektovan je i urađen nestandardni test radni predmet slika 10, za ispitivanje radne tačnosti u cilju određivanja strategije za dalja ispitivanja i kalibraciju prototipa.



Slika 9. Prototip glodalice



Slika 10. Prvi obrađeni test radni predmet

ZAKLJUČAK

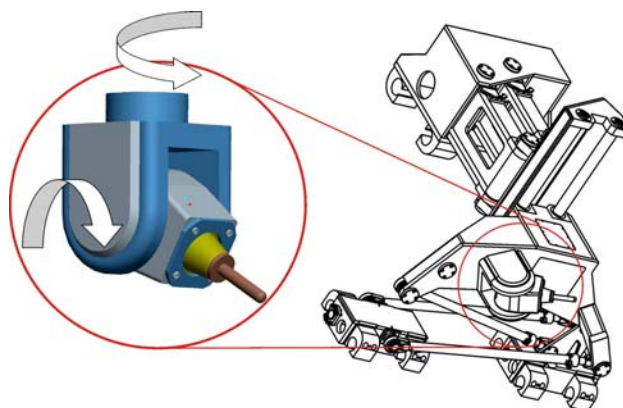
U cilju razvoja troosne glodalice sa dugačkom X osom koja zadovoljava uslove savremene proizvodnje razvijen je novi troosni mehanizam sa paralelnom kinematikom. U radu je opisana struktura mehanizma, modeliranje i simulacije na primeru razvijenog prototipa vertikalne glodalice. Predloženi mehanizam opisan u ovom radu predstavlja obećavajući alternativni koncept u poređenju sa nekim postojećim troosnim paralelnim mehanizmima. Razvijeni prototip vertikalne glodalice ukazuje da bi ovakva komercijalna mašina mogla biti superiorna u odnosu na slične postojeće mašine u pogledu cene, dinamike i tačnosti što opravdava dalja istraživanja u ovom pravcu. Kao što je pokazano u radu, varijantnost strukture mehanizma omogućava široku oblast primene za horizontalne troosne mašine kao i za hibridne paralelno-serijske, slika 11, što je takođe predmet daljih istraživanja.

Izjava zahvalnosti

Ovaj projekat je podržan od strane Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine, Vlade Republike Srbije i od strane LOLA Sistema A.D. Beograd.

LITERATURA

- [1] Weck, M., Staimer, D., 2002, Parallel Kinematic Machine Tools – Current State and Future Potentials, Annals of the CIRP, 51/2:671-681.
- [2] Pritschow, G., Wurst, K.H., 1997, Systematic Design of Hexapods and other Parallel Link Systems, Annals of the CIRP, 46/1:291-295.
- [3] Warnecke, H.J., Neugebauer, R., Wieland, F., 1998, Development of Hexapod Based Machine Tool, Annals of the CIRP, 47/1:337-340.
- [4] Hebsacker, M., Treib, T., Zirn, O., Honegger, M., 1999, Hexaglide 6 DOF and Triaglide 3 DOF Parallel Manipulators; Editors C.R. Boer, L. Molinari Tosatti, K.S. Smith; Springer Verlag, September 1999, London, UK, pp. 345-355.
- [5] Cai, G.Q., Hu, M., Guo, C., Li, B., Wang, Q.M., 1999, Development and Study of a New Kind of 3-DOF Tripod, Annals of the CIRP, 48/1:333-336.
- [6] Rehsteiner, F., Neugebauer, R., Spiewak, S., Wieland, F., 1999, Putting Parallel Kinematics Machines (PKM) to Productive Work, Annals of the CIRP, 48/1:345-350.
- [7] Arai, T., Tanikawa, T., Merlet, J-P., Sendai, T., 1996, Development of a New Parallel Manipulator with Fixed Linear Actuator, Proc. of Japan/USA Symposium on Flexible Automation, Vol.1, pp.145-149.
- [8] Merlet, J.-P., 1999, The Importance of Optimal Design for Parallel Structures, Parallel Kinematic Machines; Editors C.R. Boer, L. Molinari Tosatti, K.S. Smith; Springer Verlag, September 1999, London, UK, pp. 345-355.
- [9] D.Milutinovic, M. Glavonjic, V. Kvirgic, S. Zivanovic, A New 3-DOF Spatial Parallel Mechanism for Milling Machines with Long X Travel, 2005., Annals of the CIRP, 54/1
- [10] Tsai, L.W., Robot Analysis, The mechanics of Serial and Parallel Manipulators, John Wiley & Sons, NY., 1999.



Slika 11. Model hibridne konfiguracije petoosne paralelne mašine (3 paralelne + 2 serijske ose)

D. Milutinović, M. Glavonjić, V. Kvirgić, S. Živanović

A New Spatial Parallel Mechanism for Milling Machines with Long X Travel

Summary

It is well known that the shape and volume of the workspace are one of the greatest weaknesses of parallel kinematic machine tools (PKM). Hexaglide and Triaglide mechanisms are examples where workspace extension is achieved by elongating one axis as a principal motion axis that is a common feature of all Cartesian machines. With the idea of principal axis of motion in mind, a new 3-DOF spatial parallel mechanism for horizontal and vertical milling machines has been developed. The paper describes the structure of the mechanism, modelling approach and simulation on a developed vertical milling machine prototype.

Keywords: Parallel mechanism, Modelling, milling machine tool



Zoran Dimić¹

SISTEMSKI SOFTVER ZA UPRAVLJANJE TROOSNOM GLODALICOM SA PARALELNOM KINEMATIKOM²

Rezime

U radu je prikazana struktura sistemskog softvera za upravljanje troosnom glodalicom sa paralelnom kinematikom, nastalom kao plod saradnje Katedre za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta u Beogradu i PC Mašine alatke i automatika LOLA SISTEMA.

1. UVOD

Sistemski softver mašine PN101_4 V.1 predstavlja onaj deo softverskog sistema koji je odgovoran za: održavanje pozicionih, servo petlji; interpretaciju komandi GM-koda u realnom vremenu; izvršavanje komandi korisničkog interfejsa (*shell-a*); prikaz osnovnih statusnih informacija o mašini; vezu sa sistemom za akviziciju podataka; ručno vođenje mašine; inicijalizaciju mašine.

Sistemski softver radi pod operativnim sistemom za rad u realnom vremenu OS9, a napisan je i razvija se na programskom jeziku Ultra C u kome su podržani alati za interprocesnu komunikaciju i sinhronizaciju.

Kao softver koji radi u realnom vremenu, sistemski softver se sastoji iz nekoliko konkurentnih procesa (taskova) različitih prioriteta. Za interprocesnu sinhronizaciju korišćeni su sistemski alati kao što su *signal* i *event*, a za interprocesnu razmenu podataka *data* moduli.

2. PROCES *rcrt*

Rcrt proces je glavni proces u sistemu. U njemu se obavljaju sve neophodne inicijalizacije, kreiraju se potrebni resursi, setuju se sistemski parametri i pokreću ostali procesi. Proces *rcrt* je odgovoran za:

- Postavljanje prioriteta *rcrt-a* na 1000;
- Postavljanje sistemskih globalnih promenljivih *MaxAge* na 1900 i *MinPty* na 140 koje utiču na preraspoređivanje taskova. Ovim se procesi dele na tri grupe:
 - prva grupa procesa sa prioriteto *MinPty* koji se uopšte neće izvršavati, čime su blokirani postojeći sistemski OS9 procesi u toku izvršavanja sistemskog softvera,
 - druga grupa procesa, srednjeg prioriteta do *MaxAge* koji nisu primarni za izvršavanje, koji se raspoređuju po prioritetu i starosti i koji će se izvršavati onda kada nema aktivnih procesa iz treće grupe,
 - treća grupa, sa prioriteto većim od *MaxAge*, koji su sistemski bitni i najprimarniji, i sa čijim se izvršavanjem ne sme čekati. U ovoj grupi se raspoređivanje vrši samo po prioritetu;
- Promena parametra *TERM* porta i otvaranje putanje *tpath* za vezu sa terminalom koji se koristi za zadavanje komandi i ispis uspešnosti izvršavanja;
- Otvaranje putanje *PipePath* koja se koristi za slanje podataka ka programu za akviziciju na PC-u. U *PIPE* nekoliko procesa upisuje poruke za akviziciju, sistemске i aplikativne poruke, a samo *transmit* task čita podatke iz *PIPE-a* i šalje ih ka PC-u;
- Kreiranje događaja *SER_LINK* koji se koristi za zabranu slanja podataka ka programu za akviziciju na PC-u, i događaja *ST_BLOCK* za blokiranje rada *RcState* procesa što je neophodno pri prenosu aplikativnog programa sa PC sistema za off-line programiranje na kontroler;
- Kreiranje *data* modula *OSE* koji sadrži parametre za ose mašine. Da bi se izbegla inicijalizacija mašine svaki put po podiznju sistema, neophodno je na kraju rada obezbediti pamćenje poslednjeg očitano

¹ Zoran Dimić, dipl. ing, LOLA SISTEM PC MAA, tel. +381 11 2577142, E-mail: zdimic@yubc.net

² Rađeno u okviru projekta: MIS.3.02.0101.B, Troosne paralelne mašine, u čijem finansiranju učestvuje MNTR Srbije i industrija. Rukovodilac projekta: dr Miloš Glavonjić.

položaja osa mašine. Na početku rada se ažuriraju stanja brojača i zadatih vrednosti iz modula *OSE*, kako bi se kretanje moglo nastaviti iz poslednje upamćene pozicije. Data modul *OSE* sadrži poslednje očitane vrednosti sa enkodera (*enk*) zapamćene pre prethodnog regularnog zaustavljanja rada mašine, informaciju o tome da li su ose bile inicijalizovane (*initialize*), kao i podatak o tome da li je na kraju prethodnog rada uspešno izvršeno ažuriranje pozicije u modulu. Modulu se pristupa na početku i na kraju rada programa;

- Pokretanje ključnih procesa u sistemskom softveru:
 - *tick* taska sa servo upravljačkom petljom mašine,
 - *transmit* taska za slanje podataka ka PC-u,
 - *ReState* taska za skeniranje stanja digitalnih ulaza;
- Poziv procedure (*shell-a*) za rad sa terminalom;
- Povratak sistema u stanje pre pokretanja sistemskog softvera, po završetku rada sa terminalom.

Pored navedenog, proces *rcrt* u toku izvršavanja aplikativnog programa čita informacije o programiranim tačkama putanje, brzini, ubrzanju i parametrima zagladjivanja putanje i brzine vrha alata. Ove zahteve pretvara u vremensku seriju naredbi, koje se prosledjuju servomehanizmu u svakom periodu interpolacije.

Rcrt objedinjuje nekoliko grupa datoteka: **main**, **inter**, **kinemat**, **cmdinter**, **console**.

Grupu **main** sačinjavaju osnovni fajlovi *rcrt* procesa. Tu se nalaze razne inicijalne rutine za pokretanje drugih procesa kao i za dovodjenje mašine u osnovnu, nultu poziciju.

Grupa **inter** sadrži datoteke sa funkcijama koje vrše dekodovanje i interpretiranje instrukcija GM-koda u realnom vremenu.

Grupa **kinemat** integriše funkcije koje su zadužene za proračun interpolacionih parametara. To su pre svega funkcije za rešavanje inverznog i direktnog kinematičkog problema, kao i funkcije za obavljanje geometrijskih transformacija i funkcije za konverziju geometrijskih tipova podataka.

Grupa **cmdinter** objedinjuje datoteke sa funkcijama komandnog interpretera (*shall-a*). Ove funkcije su zadužene za obradu i interpretiranje instrukcija unetih sa terminala i rad sa fajl sistemom *shell-a*.

Poslednja grupa u nizu, **console**, sadrži datoteke sa funkcijama za ručno vođenje mašine i prikaz zadate i dostignute pozicije alata.

3. PROCES *tick*

Tick je proces najvišeg prioriteta (2000) koji se izvršava na 1ms korišćenjem instaliranog cikličnog alarma. Kao prvi proces startuje se iz *rcrt* procesa i sadrži inicijalizaciju celokupnog hardvera kontrolera, kao i servo petlju mašine.

U *tick* procesu su objedinjene 3 datoteke: *tick.c*; *hwinit.c*; *servo.c*;

Prva od navedenih datoteka, *tick.c*, sadrži glavni program (funkciju *main*) *tick* procesa. U njoj se nakon poziva funkcije za inicijalizaciju hardvera, instalira ciklični alarm koji budi *tick* proces na svaku 1ms kada se u funkciji *PIServo()* proverava servo greška i svaki peti put postavlja nova vrednost napona ka frekvencijskim regulatorima.

Datoteka *hwinit.c* integriše funkcije za inicijalizaciju periferija, što podrazumeva:

- Za 1 karticu sa 16 digitalnih izlaza proveru ID koda, postavljanje izlaza na 0 i čitanje statusnog registra koji nosi informacije o grešci;
- Za 2 kartice sa po 4 analogna izlaza (zadata vrednost za frekvencijske regulatore motora osa) proveravu ID koda i inicijalizaciju svih korišćenih D/A konvertora;
- Za 3 kartice sa po 2 32-bitna brojačka ulaza (tekuća vrednost položaja sa enkodera), proveru ID koda, inicijalizaciju i upis početne vrednosti brojača ažurirane u modulu *OSE*;
- Za 2 kartice sa po 20 digitalnih ulaza, proveru ID koda i inicijalizaciju kartica strogo za ulazni režim;
- Za statusnu karticu na kojoj se nalaze LED diode, WDT i DIP prekidači, samo proveru ID koda.

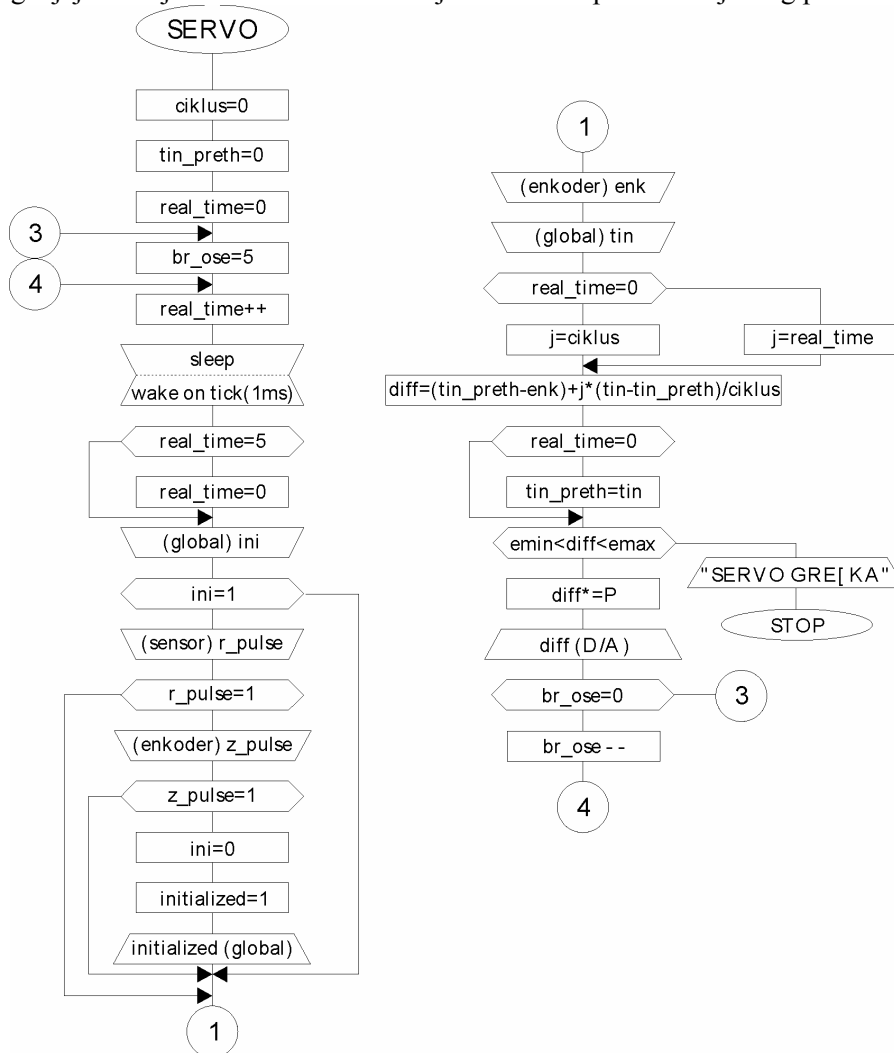
Ukoliko se u kontroleru nalaze potrebni hardverski resursi i ako je inicijalizacija uspešno izvršena, sukcesivno se setuju softverske dozvole rada - napajanje frekvencijskih regulatora i dozvola rada regulatora.

Datoteka *servo.c* je težišna u ovoj grupi. Ona sadrži funkciju *PIServo()*. Iako je u njenom nazivu sadržano integralno dejstvo, ono je prisutno samo kao opcija. Ovo se u praksi pokazalo kao optimalno rešenje te je i na glodaici PN101_4 V.1 primenjeno. Algoritam digitalne servo petlje je prikazan na *slici 1*.

U datoteci *servo.c* obuhvaćeno je sledeće:

- Opis strukture *Tab* koja sadrži adrese lokacija sa informacijom o referentnom položaju enkodera, neophodnom za praćenje inicijalizacije mašine;
- Okidanje WDT na svaku 1ms;
- Za svaku od osa, prolazak kroz servo petlju;

- Postavljanje nove vrednosti napona, na osnovu izračunate razlike između tekuće i zadate vrednosti, po obrascu: $diff \cdot P / 2^{17}$.
- Praćenje završetka inicijalizacije, koje je najpre neophodno izvršiti u ovom procesu najvišeg prioriteta jer je potrebno blagovremeno detektovati referentni položaj, a zatim referentnu tačku na enkoderu, posle čega se u brojače i modul *OSE*, kao tekuća vrednost, upisuje kalibraciona konstanta, i signalizira uspostavljena inicijalizacija, a mašina dovodi u nultu poziciju.
- Za slučaj servo greške, postavljanje svih analognih izlaza na nulu, ukidanje softverskih dozvola rada (preko relea) frekvencijskim regulatorima motora, svetlosna LED indikacija servo greške, ispis poruke na terminalu, brisanje modula *OSE* jer informacija u njemu više nije validna, upis odgovarajuće akvizicione poruke u *PIPE*, uspavljanje tekućeg procesa dok iz *transmit*-a ne stigne informacija o uspešnom slanju poruke ka PC sistemu za akviziciju uz neophodno deinstaliranje cikličnog alarma koji bi inicirao događaj u međuvremenu. Sistem ostaje blokiran u procesu najvećeg prioriteta;



Slika 1. Algoritam digitalne pozicione servo petlje

4. PROCES *print*

Proces *print* formira grafički interfejs ka korisniku koji posredstvom terminala razmenjuje podatke sa kontrolerom. *Print* proces formiraju sledeće datoteke: *print.c*; *prikaz.c*; *digio.c*; *termui.c*.

U datoteci *print.c* se nalazi glavna funkcija (*main()*) *print* procesa. U ovoj funkciji se, ukoliko je uključen prikaz pozicije, na svakih 500ms poziva funkcija *mashina_ovde()*, koja je definisana u datoteci *prikaz.c*. To obezbedjuje da se u intervalima od 500ms na terminalu ispisuju podaci o inicijalizaciji, zadatoj i ostvorenoj poziciji alata u inkrementima enkodera. Datoteke *digio.c* i *termui.c* sadrze funkcije koje saučestvuju u navedenim aktivnostima.

5. PROCES *transmit*

Transmit je proces prioriteta (800), koji se koristi za slanje statusnih poruka ka akvizicionom programu koji se izvršava na PC računaru. Poruke koje se šalju su poruke o servo grešci za neke od osa,

poruke iz *RcState* procesa koje nose informaciju o stanju digitalnih ulaza i, po potrebi, poruke iz aplikativnog programa. Format poruka je opisan u odgovarajućim funkcijama.

Transmit task obuhvata:

- Prenos parametara iz *rcrt* taska potrebnih za slanje signala ka *tick*-u po uspešnom slanju poruke o servo grešci sistemu za akviziciju;
- Povezivanje na događaj *SER_LINK*, kojim se ostatku softvera signalizira izlazak na serijsku vezu, čime se sprečava da dodje do sudara na istoj;
- Instaliranje *intercept* rutine kojim se signalizira kraj programa iz *rcrt* procesa i prati da li su stigli karakteri sa odgovorom sa sistema za akviziciju i da li ima upisanih poruka u *PIPE*;
- Petlju u kojoj se proces uspavljuje do pristizanja poruka u *PIPE*, koji je kreiran za tu svrhu. Po prijemu poruke, proces čita prvi bajt koji nosi informaciju o ostalim bajtovima poruke koju treba proslediti serijskom vezom ka sistemu za akviziciju, a zatim i celu poruku. Nakon toga, signalizira svoj izlazak na serijsku magistralu i šalje poruku u *Transmitter()* funkciji. Sledi oslobadjanje serijske veze uz odgovarajuću signalizaciju i, ukoliko je prosledjena poruka o servo grešci, slanje odgovarajućeg signala *tick* procesu koji se budi i zabranjuje dalje izvršavanje programa;
- Deinstaliranje *intercept* rutine i oslobadjanje događaja, na kraju rada.

Događaj, kao alat za sinhronizaciju koji se koristi u *transmit* procesu, kreiran je u *rcrt-u* sa početnom vrednošću 1, što označava ukupan broj resursa koji se koriste, sa setovanim autoinkrementom i autodekrementom. Vrednost događaja 1 označava da je resurs slobodan, a 0 da je zauzet.

6. ZAKLJUČAK

Sistemska softver, predstavljen u ovom radu, predstavlja univerzalan softverski paket, te se kao takav može primeniti za upravljanje bilo koje mašine alatke sa tri i više osa. Performanse ovog softvera daju mogućnost da se isti upotrebi za upravljanje petoosnom "paralelnom" glodalicom, za čiji je razvoj rezervisan period između dve konferencije.

7. LITERATURA

- [1] M. Glavonjić, D. Milutinović, S. Živanović, Troosne paralelne mašine, Elaborati (01,2,3)-03-2003, Mašinski fakultet Beograd, 2003.
- [2] M. Glavonjić, D. Milutinović, S. Živanović, Elaborat: "MIS.3.02.0101.B Troosne paralelne mašine", završni izveštaj, Mašinski fakultet, Beograd, 2004.
- [3] Vladimir Kvrđić, "Razvoj inteligentnog sistema za upravljanje i programiranje industrijskih robota", doktorska disertacija, Beograd, 1998.
- [4] Marija Pavlović, "Viši programski jezik za multirobotske operacije", magistarski rad, Beograd, 1994.

Zoran Dimic

SYSTEM SOFTWARE CONTROLLING 3 AXIS MILLING MACHINE WITH PARALLEL KINEMATICS

Abstract: This paper depicts structure of software system for parallel kinematics milling machine developed by Faculty of mechanical engineering - Belgrade and LOLA SISTEM PC MAA.

PRIOLOG RAZVOJU KOMPLEKSNOG PROGRAMSKOG SISTEMA ZA PROJEKTOVANJE I OPTIMIZACIJU MAŠINA ALATKI NA BAZI PARALELNIH MEHANIZAMA

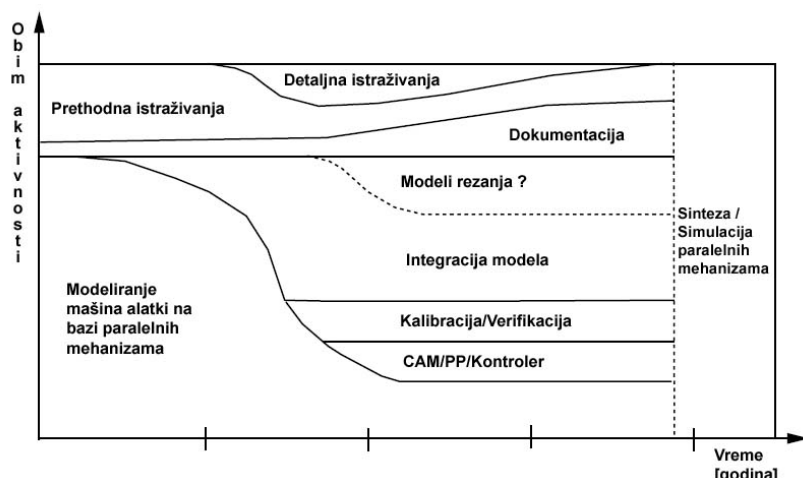
Rezime: Mašine alatke na bazi paralelnih mehanizama postoje u istraživačkim izvedbama već dvadesetak godina dok su se prve komercijalne mašine alatke ovog tipa pojavile pre više od deset godina. To je rezultiralo detaljnim analizama mogućnosti njihove primene i omogućilo stvaranje relativno jasne slike budućeg razvoja ove oblasti mašinogradnje. Veći broj radova napisanih poslednjih godina je potvrdio da je oblast automatizovanog projektovanja ovih mašina alatki veoma perspektivna za dalja istraživanja. U ovom radu je izložena koncepcija delimično razvijenog programskog sistema za automatizovano projektovanje i optimizaciju konstrukcije mašina alatki na bazi paralelnih mehanizama i dat kritički osvrt na mogućnosti njegove upotrebe.

1. UVODNE NAPOMENE

Paralelni mehanizmi, koji su realizovani pedesetih godina prošlog veka, kao rezultat projekta čiji je cilj bio gradnja simulatora letenja za borbene letelice, već duže vreme se pominju kao potencijalno rešenje za gradnju mašina alatki po novoj koncepciji. Zbog brojnih ograničenja koja su u to vreme postojala pre svega sa stanovišta upravljanja, ali i postupaka konstruisanja kako samih mehanizama tako i njihovih sastavnih elemenata, nije bila moguća izrada mašina alatki na bazi paralelnih mehanizama. Tek početkom devedesetih godina dvadesetog veka su se u istraživačkim institucijama pojavile mašine alatke na bazi paralelnih mehanizama što je rezultiralo ubrzanom pojavom prvih komercijalnih modela. I pored toga što na tržištu, u današnje vreme, postoji veći broj komercijalnih tipova mašina alatki baziranih na paralelnim mehanizmima, koje su veoma konkurentne konvencionalno građenim mašinama [2], postoji još uvek veliki broj problema sa kojima se susreću njihovi projektanti prilikom definisanja koncepcije ovakvih mašina alatki.

2. PRAVCI ISTRAŽIVANJA MAŠINA ALATKI NA BAZI PARALELNIH MEHANIZAMA

Zahvaljujući atraktivnosti čitavog područja paralelnih mehanizama (osim u mašinama alatkama ovi mehanizmi nalaze značajnu primenu i u području robotike), poslednjih godina se veliki broj istraživanja posvećuje ovoj tematici. Pri tome postoji veliki broj analiza čija je osnovni cilj utvrđivanje pravaca razvoja i primene paralelnih mehanizama u industriji. Na slici 1 [1] je prikazan očekivani tok razvoja mašina alatki na bazi paralelnih mehanizama u narednom periodu.



Slika 1. Predviđanja daljeg razvoja mašina alatki na bazi paralelnih mehanizama [1]

¹ mr Slobodan TABAKOVIĆ, dipl. ing., Prof. dr Ratko GATALO, dipl. ing., Prof. dr Milan ZELJKOVIĆ, dipl. ing., Fakultet tehničkih nauka - Institut za proizvodno mašinstvo, 21000 Novi Sad, Vladimira Perića Valtera 2, e-mail: tabak@uns.ns.ac.yu

Sa slike se može uočiti da je u početnoj fazi razvoja naglasak stavljan na fundamentalna istraživanja u oblasti paralelnih mehanizama, kao i kreiranje novih tipova mehanizama sa novim, specifičnim osobinama, upotrebljivih u mašinama alatkama. Nastavak istraživanja na ovom polju će imati zadatak da u potpunosti reši sve nedoumice vezane za postupak projektovanja i gradnje mašina alatki na bazi paralelnih mehanizama.

3. OSNOVNI PROBLEMI KOJI SE JAVLJAJU PRI PROJEKTOVANJU MAŠINA ALATKI NA BAZI PARALELNIH MEHANIZAMA

Problematika paralelnih mehanizama predstavlja i sa teorijskog i sa eksperimentalnog stanovišta novu oblast u mašinogradnji, pa samim tim postoji veći broj problema sa kojima se istraživači susreću u pokušaju da definišu što je moguće bolju mašinu alatku na bazi paralelnih mehanizama. Analizom ovih mehanizama može se uočiti da je u procesu njegovog konstruisanja neophodno razrešiti veći broj problema vezanih za:

1. Konstrukciju, što obuhvata:
 1. Tip mehanizma, koji se odabira zavisno od tehnoloških zahteva koji se postavljaju pred datu mašinu, kao i gabarita i oblika radnog prostora
 2. Gabaritne dimenzije i karakteristike mehanizma
 3. Osobine i konstrukciju pojedinih sastavnih elemenata mehanizma

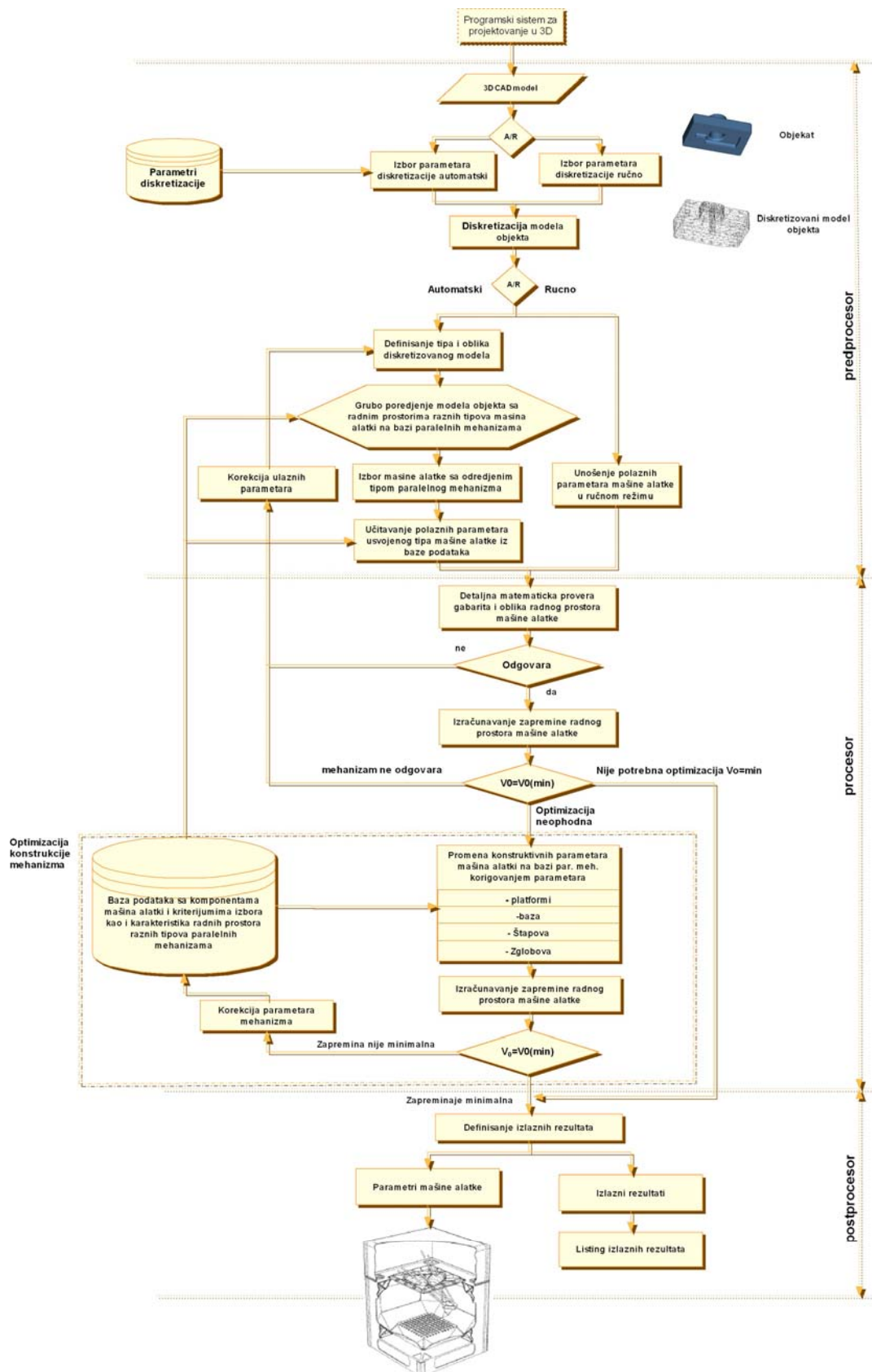
2. Problematiku upravljanja, pri čemu se najčešće misli na:
 1. Matematičku proceduru upravljanja odnosno direktnu i inverznu kinematiku mehanizma
 2. Upravljačke sisteme sposobne da vrše upravljanje mehanizmom, što najčešće podrazumeva upravljanje sa većim brojem virtualnih osa upravljanja (6 do 8)

U svetu je, u poslednjih desetak godina, razvijen veći broj tipova paralelnih mehanizama koji nemaju gotovo nikakvih dodirnih tačaka sa izvornim tipom, Stjuartovom platformom sa šest stepeni slobode. Pri tome početni zahtevi pri projektovanju imaju odlučujuću ulogu u izboru tipa i pojedinih elemenata mehanizma.

Upravljanje mašinama alatkama na bazi paralelnih mehanizama predstavlja veliko iskušenje za upravljačke sisteme, pre svega zbog velikih matematičkih zahteva koji se pred njih postavljaju, naročito kod mehanizama sa šest virtuelnih osa upravljanja gde vođenje alata zahteva istovremeno izračunavanje i praćenje položaja šest štapova koji prenose kretanje na pokretnu platformu.

4. KONCEPCIJA SISTEMA ZA AUTOMATIZOVANO PROJEKTOVANJE I GEOMETRIJSKU OPTIMIZACIJU MAŠINA ALATKI NA BAZI PARALELNIH MEHANIZAMA

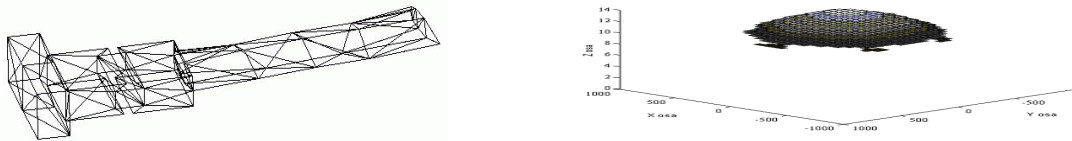
U sadašnjem stepenu razvoja mašina alatki na bazi paralelnih mehanizama za istraživanje postaje veoma interesantna oblast njihovog automatizovanog projektovanja. To pre svega omogućava današnji nivo razvoja paralelnih mehanizama gde se često pominje i razrađuje metoda gradnje mašina alatki na rekonfigurabilnim principima. Osim toga, računari nove generacije omogućavaju da se automatizovano projektovanje mašina alatki, uključujući i optimizaciju dobijene konstrukcije, sprovede tako da krajnji rezultat projektovanja bude prostorni CAD model mašine alatke. Programski sistem koncipiran na Institutu za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu ima za cilj da, koristeći CAD model obradka, uz pomoć baze podataka i matematičkih procedura optimizacije, omogući projektovanje (i izradu prostornog parametarskog modela) najpogodnijeg paralelnog mehanizma za gradnju mašine alatke za dati obradak. Pri tome, sistem koristi ugrađene kriterijume za izbor tipa mehanizma i pojedinih njegovih elemenata oslanjajući se na bazu podataka koja sadrži parametre većeg broja elemenata mehanizma. Na ovaj način se ostvaruje maksimalna ušteda u vremenu projektovanja mašine alatke. Na slici 2. je prikazan model programskog sistema.



Slika 2. Konceptija programskog sistema za projektovanje mašina alatki na bazi paralelnih mehanizama

Kako je na slici prikazano programski sistem za projektovanje mašina alatki na bazi paralelnih mehanizama se, kao i svi složeni programski sistemi, sastoji iz tri osnovna segmenta: predprocesora, procesora i postprocesora. Osnovni zadaci procesora su da realizuje sve matematičke procese vezane za: odabir odgovarajućeg tipa mehanizma, njegovu sintezu uz izbor odgovarajućih elemenata kao i optimizaciju dobijenog rešenja. Na kraju, postprocesor ima zadatak da korisniku pruži uvid u rezultate projektovanja što je u ovom slučaju, pored rezultata analize, i 3D model projektovane mašine alatke.

U ranije publikovanim radovima iz ove oblasti [3] i [4] prezentirana je uprošćena koncepcija programskog sistema čiji je predprocesorski segment realizovan. Zadatak predprocesora je da primenom procesa diskretizacije stvori matematičku interpretaciju prostornog modela obradka (slika 3.a) i na taj način omogući njegovo matematičko poređenje sa radnim prostorom izabranog mehanizma (slika 3.b) [5].



Slike 3 a i b Diskretizovan model obradka i radni prostor mašine alatke na bazi paralelnih mehanizama

Najproblematičnija faza ovakve analize je definisanje pozicije obradka u radnom prostoru mašine zbog njegove geometrijske nepravilnosti, tako da je u toj fazi neophodno uvesti dodatne analize.

5. ZAVRŠNA RAZMATRANJA

Dosadašnja istraživanja na polju mašina alatki na bazi paralelnih mehanizama su neminovno dovela, do sve češćih zahteva za automatizaciju procesa njihovog projektovanja. Ovakve tendencije utiču i na značajan razvoj same oblasti integrišući mnoge savremene inženjerske tehnike i metode. Dalja istraživanja na razvoju procesora ovakvog programskog sistema zahtevaju paralelan rad na više problema vezanih za ovu oblast u čiju njihovog integrisanja u jedinstvenu celinu.

Pored toga treba imati u vidu da istraživanja, čiji deo je prikazan u ovom radu, imaju za zadatak paralelno proučavanje više tipova paralelnih mehanizama koji su pogodni za primenu na mašinama alatkama, sa ciljem definisanja kriterijuma za njihov izbor i optimizaciju u okviru programskog sistema za projektovanje mašina alatki. Pri tome treba biti imati u vidu da i ova teorijska istraživanja zahtevaju eksperimentalnu verifikaciju koju je u našim uslovima veoma teško realizovati. Osnovni razlog za ovu konstataciju nisu samo novčana sredstva, već i obim istraživanja koji je uslovljen činjenicom da većina paralelnih mehanizma osim imena i načina dejstva nemaju nikakvih zajedničkih geometrijskih osobina. Samim tim i konstrukciona realizacija svakog od tih mehanizama predstavlja veoma složen zadatak.

6. LITERATURA

- [1] Assarsson, J.: Simulation and Analysis of Parallel Kinematic Machines, doktorska disertacija, LUND University, Lund Sweden, 2001
- [2] Geldart, M., Webb, P., Larsson, H., Backstrom, M., Gindy, N., Rask, K.: A direct comparison of the machining performance of a variac 5 axis parallel kinetic machining centre with conventional 3 and 5 axis machine tools, International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 43, pp 1107–1116, Elsevier, 2003
- [3] Tabaković, S.: Analiza mogućnosti primene pojedinih tipova paralelnih mehanizama u gradnji mašina alatki i razvoj programskog sistema za njihov automatizovani izbor, magistarska teza, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2002
- [4] Tabaković, S.; Gatalo, R.; Zeljković, M.: Designing machine tools based on parallel kinematics using contemporary engineering and mathematical methods, The 15th international DAAAM symposium, "Intelligent Manufacturing & Automation: Globalization – Technology – Men - Nature", Vienna, Austria, 2004
- [5] Wang, Z., Wang, Z., Liu, W., Lei, Y.: A study on workspace, boundary workspace analysis and workspace positioning for parallel machine tools, Mechanism and machine theory, Vol. 36, pp 605-622, Pergamon, 2001

CONTRIBUTION OF A DEVELOPMENT THE COMPLEX PROGRAMMING SYSTEM FOR DESIGNING AND OPTIMISATION MACHINE TOOLS BASED ON PARALLEL MECHANISM

Abstract: Laboratorial models of a machine tools based on parallel kinematics exist in the World about twenty years, but first commercial type of this kind machine tools are to appear before more then ten year. Result of that is detail analysis possibility of his use in building of machine tools. Many science papers are confirms perspectives of field automated programming machine tools for future exploring. In this paper is presented conception of programming system for automated projecting and optimisation of those type machine tools, and critically view on possibility his using.

R. Slavković, Z. Jugović, M. Popović¹,

PRIMER FUNDIRANJA EKSCENTAR PRESE U OBJEKTU NASELJENOG MESTA

Rezime

Na današnjem nivou transformacije industrije Srbije i Crne Gore malo pažnje se poklanja primeni tehnologije fundiranja mašina alatki. Posebna potreba za primenom ove tehnologije u sektoru male privrede ukazala se kod mašina za obradu plastičnim deformisanjem. U radu je dat primer instalisanja ekscentar prese u objektu naseljenog mesta. Takođe je data metodologija identifikacije dinamike sistema pri pojedinačnom radu mašine.

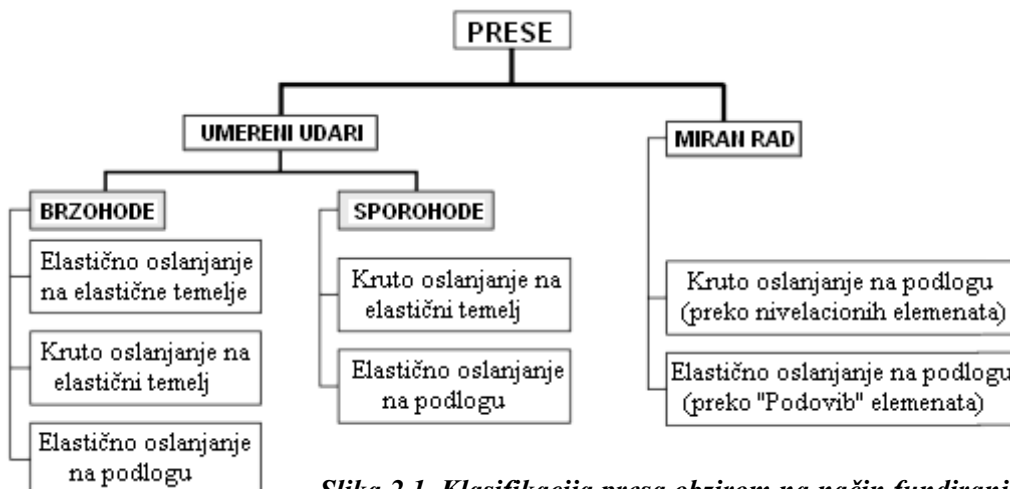
1. UVOD

Obradni sistemi za izradu delova plastičnim deformisanjem sastoje se od mašine alatke, alata, pomoćnih uređaja, elemenata za automatizaciju pojedinih operacija, a u širem smislu i od postrojenja za generisanje pogonske energije. Sa stanovišta tehnologije fundiranja mašina alatki za obradu plastičnim deformisanjem, značajno je analizirati dinamički sistem koga čine mašina alatka i alat. U ovakvoj postavci problema, uglavnom se razlikuje: fundiranje mašina alatki za obradu plastičnim deformisanjem jakim udarima, fundiranje mašina alatki za obradu plastičnim deformisanjem umerenim udarima i fundiranje mašina alatki za obradu plastičnim deformisanjem pri relativno mirnom radu.

Kada se govori o mašinama alatkama za obradu plastičnim deformisanjem jakim udarima, uglavnom se misli na kovačke čekiće. Druga dva slučaja odnose se na fundiranje presa.

2. OPŠTA KLASIFIKACIJA PRESA OBZIROM NA NAČIN FUNDIRANJA

Sa stanovišta tehnologije fundiranja, obzirom na karakter obradnog procesa, nezavisno od metoda obrade, prese se mogu klasifikovati prema slici 2.1.



Slika 2.1. Klasifikacija presa obzirom na način fundiranja

¹ Prof.dr.Radomir Slavković dipl. maš. ing., Tehnički fakultet, Čačak, e-mail: rstanka@EUnet.yu
 Prof.dr.Zvonimir Jugović dipl. maš. ing., Tehnički fakultet, Čačak, e-mail: zvonko@tfc.kg.ac.yu
 Marko Popović dipl. maš. ing., saradnik, Tehnički fakultet, Čačak, e-mail: popmarko@EUnet.yu

Prema navedenoj slici prese se klasifikuju na grupu presa sa umerenim udarima i grupu presa sa relativno mirnim radom u toku obradnog procesa. Grupu presa sa umerenim udarima uglavnom čine brzohode prese i prese sa sporijim kretanjem pritiskivača (prinudna frekvenca $\Omega < 1.3 \div 1.5 \text{ Hz}$), [1], [2].

Kao glavni predstavnici ovih mašina alatki su prese sa krivajnim mehanizmom, odnosno ekscentar i kolenaste prese. Za fundiranje ekscentar i kolenastih presa primenjuju se dve strategije. Kod sporohodnih presa smatra se da je udar trenutan, odnosno da dinamičke promene nastaju nakon udara. Teži se da se tehnologijom fundiranja slobodne oscilacije od udara do udara amortizuju. Kod brzohodnih presa tehnologija fundiranja bazira se na ideji da oscilacije fundiranih masa nastale serijom udara budu fazno pomerene, tako da ne dolazi do njihovog multipliciranja. To se postiže odgovarajućim odnosom prinudne i spostvene frekvence sistema. U ovom slučaju dinamički se razlikuje:

- oscilovanje fundiranih masa dok traje udar (prinudne oscilacije) i
- oscilacije fundiranih masa nakon udara (slobodne oscilacije).

3. PRIKAZ INSTALISANE EKSCENTAR PRESE

U firmi "DMBO" - Gornji Milanovac u stambenom objektu naseljenog mesta, instalisana je ekscentar presa prikazana slici 3.1, [2].



a)



b)



c)

Osnovni podaci o mašini:

Mašina: **Ekscentar presa**

Maksimalna sila prosecanja: $F_{\max} = 500 \text{ kN}$

Maksimalni hod pritiskivača: $H_{\max} = 100 \text{ mm}$

Masa pritiskivača: $m_p = 50 \text{ kg}$

Masa prese: $m_m = 3600 \text{ kg}$

Masa alata: $m_a = 80 \text{ kg}$

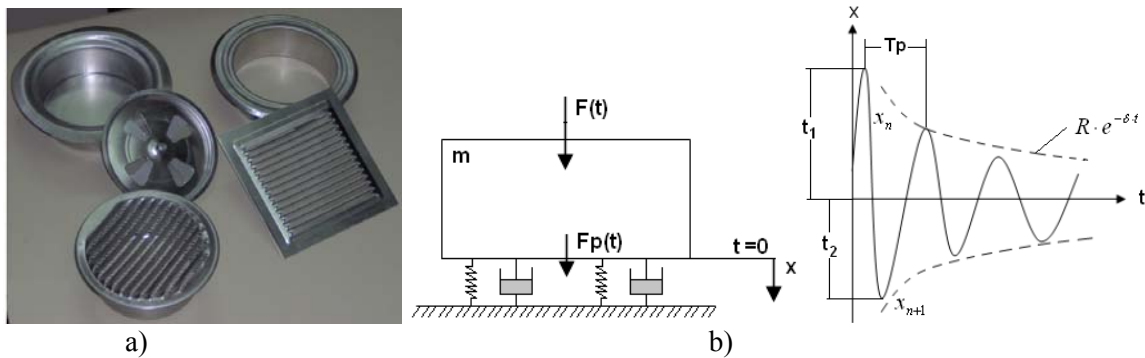
Broj udara pri automatskom radu: $n = 100 \text{ ud/min}$

Slika 3.1. Ekscentar presa instalisana na elastične oslonce MEO 3 x 50 (a), elastični oslonac (b) i njegova primena na presi (c)

Presu je prethodno bila kruto vezana za pod u posebnom objektu zgrade, a namenjena je uglavnom za izradu pozicija pri pojedinačnom radu. U tom slučaju, vibracije nastale kao posledica neadekvatnog fundiranja negativno su uticale na stanare okolnih zgrada, a posebno na stanare u zgradi instalisanog objekta, kao i na sam objekat. Nakon identifikacije problema, predloženo je da se presa elastično osloni na podlogu preko četiri oslonca **MEO 3 x 50 IKG "GUČA"** [$c_z = 3600 \text{ N/mm}$]. Poboljšanje amortizacionih karakteristika je izvedeno sa elastoviskoznim elementom na bazi gume sa suspenzijom sitnih plutinih uključaka, dodatih pri izradi smeše za vulkanizaciju. Na slici 3.1b dat je izgled navedenog elastičnog oslonca. Navedenom metodologijom izrade elastovezivnih elemenata i primenom modularnih elastičnih oslonca, u dosta slučajeva može se izbeći izrada relativno skupih temelja.

4. DINAMIČKA IDENTIFIKACIJA INSTALISANE MAŠINE

Proizvodni proces mašine sa slike 3.1 uglavnom se odvija pri pojedinačnom radu (primer izradaka dat je na slici 4.1) pa se instalisani sistem posmatra kao sporohoda mašina, gde vibracije treba amortizovati od udara do udara.



Slika 4.1. Karakteristični oblici izradaka ekscentar prese (a), dinamički model sistema sa jednim stepenom slobode (b)

Dinamički sistem se modelira prema slici 4.1b, a oscilacije dinamičkog modela sa jednim stepenom slobode date su na istoj slici i opisane diferencijalnom jednačinom (4.1)

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + cx = 0 \quad (4.1)$$

gde je: $\frac{b}{2m} = \delta$, $\frac{c}{m} = \omega^2$, $\omega^2 - \delta^2 = p^2$

b - prigušenje, c - krutost elastičnih oslonaca, ω - sopstvena frekvencija sistema.

Rešavanjem diferencijalne jednačine (4.1) dobija se jednačina oscilovanja (4.2) i brzina oscilovanja (4.3) instalisanih masa, [1]:

$$x = e^{-\delta \cdot t} \left[x_0 \cos pt + \frac{\delta \cdot x_0 + \dot{x}_0}{p} \sin pt \right] = e^{-\delta \cdot t} [A \cos pt + B \sin pt] \quad (4.2)$$

$$\dot{x} = -\delta \cdot e^{-\delta \cdot t} [A \cos pt + B \sin pt] + p \cdot e^{-\delta \cdot t} \cdot [-A \sin pt + B \cos pt] \quad (4.3)$$

pri početnim uslovima: $t = 0 : x = x_0, \dot{x} = \dot{x}_0$.

Saglasno slici 4.1b. dobijaju se zavisnosti (4.4)

$$x = R \cdot e^{-\delta \cdot t} \cos(pt - \theta), R = \sqrt{A^2 + B^2}, \operatorname{tg} \theta = \frac{B}{A}, T_p = \frac{2 \cdot \pi}{p} \quad (4.4)$$

Prema slici 4.1b. vreme prve maksimalne vibracije i njena amplituda dati su u (4.6):

$$t_1 = \frac{1}{p} \cdot \operatorname{arctg} \frac{p \cdot B - \delta \cdot A}{\delta \cdot B + p \cdot A}, x_1 = R \cdot e^{-\delta \cdot t_1} \cdot \cos(p \cdot t_1 - \theta) \quad (4.6)$$

Ostala vremena maksimalnih vibracija (t_n), odnos susednih amplituda (k), logaritamski dekrement (D) i koeficijent prigušenja (ζ) su:

$$t_n = t_1 + (n-1) \cdot \frac{T_p}{2}, k = \frac{|x_n|}{|x_{n+1}|} = e^{\frac{\delta \cdot T_p}{2}}, D = \ln \frac{|x_n|}{|x_{n+1}|} = \frac{\delta \cdot T_p}{2}, \zeta = \frac{b}{2 \cdot \sqrt{c \cdot m}} \quad (4.7)$$

Na osnovu predhodnih veličina, sila na podlozi fundiranja definiše se, [3]:

$$F_p = F_e' \cdot \sin(\omega \cdot t) + F_w \cos(\omega \cdot t) \quad (4.8)$$

gde je, $F_e' = F_e \cdot e^{-\frac{D}{4}}$ - elastična sila sa uticajem prigušenja koja se prenosi na podlogu,

$F_w = b \cdot \dot{x} = \frac{D}{\pi} \cdot F_e$ - sila prigušenja koja se prenosi na podlogu.

Na osnovu toga je,

$$F_p = F_e \cdot \left[e^{-\frac{D}{4}} \cdot \sin(\omega \cdot t) + \frac{D}{\pi} \cos(\omega \cdot t) \right] \quad (4.9)$$

gde je, $F_e = c \cdot x_{\max} = v_m \cdot \sqrt{m \cdot c}$ - maksimalna vrednost elastične sile bez uticaja prigušenja i x_{\max}, v_m - maksimalna amplituda i brzina oscilovanja.

Fazna identifikacija sile na podlozi definiše se iz uslova $\frac{\partial F_p}{\partial t} = 0$, tj., $\omega \cdot t = \arctg(\pi / D \cdot e^{\frac{D}{4}})$.

5. PRIMENA DINAMIČKE ANALIZE NA PRIMERU EKSCENTAR PRESE

Tehnološkim procesom dobijanja izradaka na navedenoj mašini, nakon prosecanja izvodi se proces ispravljanja (oblikovanja) površine, pa se početna brzina oscilovanja sistema definiše sa (5.1)

$$v_b = v_a \cdot (1 + k) \cdot \frac{m_p}{m_p + m_{m+a}} = 0.2 \cdot (1 + 0.25) \cdot \frac{50}{3680} = 0.00336 \text{ m/s} \quad (5.1)$$

$v_a = 0.2 \text{ m/s}$ - brzina prosecanja, $k = 0.25$ - koeficijent uspostavljanja (u toku hoda lim se oblikuje), m_p, m_{m+a} - masa pritiskivača i masa mašine sa alatom.

Mašina se oslanja na podlogu preko četiri elastična podmetača MEO 3 x 50, a koji su komponovani od tri elastična oslonca MEO 1 x 50 sa krutošću $c_{1z} = 1200 \text{ N/mm}$. Ukupna krutost elastične podloge je:

$$c_z = c_{1z} \cdot 12 = 1200 \cdot 12 = 14400 \text{ N/mm}$$

Koeficijent elastičnog prigušenja za dati materijal elastoviskoznog elementa oslonca je $\zeta = 0.070$, a prigušenje u sistemu oslanjanja je:

$$b = 2 \cdot \zeta \sqrt{c_z \cdot m} = 2 \cdot 0.07 \sqrt{14400 \cdot 1000 \cdot 3730} = 32402 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Na osnovu predhodno definisanih veličina, sila koja se prenosi na podlogu, za posmatranu mašinu je:

$$F_p = 14400 \cdot 0.05 \cdot \left[e^{\frac{0.2198}{4}} \cdot \sin(85.77) + \frac{0.2198}{\pi} \cos(85.77) \right] = 682 \text{ N}$$

Imajući u vidu da je izračunati odnos susednih amplituda oscilovanja $k = 1.25$, to je obezbeđeno da se sistem vrlo brzo umiri do sledećeg dejstva, a vrednost sile koja se prenosi na podlogu od $F_p = 0.682 \text{ kN}$ nije značajna, a posebno što se prenosi preko četiri oslonca.

6. ZAKLJUČAK

Primena tehnologije fundiranja tehnološke opreme danas treba da je obaveza svakog projektanta. Posebnu težinu zadaje fundiranje mašina alatki kod kojih se u obradnom procesu pojavljuju dinamički poremećaji udarnog karaktera. U mnogim slučajevima, nivo vibracija koji se prenosi iz obradnog procesa na objekat i okolinu može se značajno smanjiti primenom elastičnih oslonaca (podmetača), umesto ranije uobičajenih elastičnih temelja. Elastoviskozni elementi podmetača prave se od posebnih materijala (guma, plastika, pluta i sl.) sa posebnim oblikom kako bi se obezbedio određeni nivo prigušenja. U navedenom primeru elastoviskozni element je prstenastog šestougaoanog oblika i dobijen vulkanizacijom gumene smeše (perbunan) sa uključcima piljevine plute ($t=150^\circ$). Oblikom i položajem elastoviskoznog elementa obezbeđeno je naprezanje vlakana na smicanje i pritisak, što značajno doprinosi poboljšanju amortizacionih karakteristika podmetača.

7. LITERATURA

- [1] Radosavljević, B, LJ., *Teorija oscilacija, III izdanje*, Mašinski fakultet, Beograd (1972)
- [2] Slavković, V, R., *Tehnologija fundiranja obradnih sistema*, Monografija, Tehnički fakultet, Čačak (2000)
- [3] Пауш, Э., *Фундаменти машин*, Moskva (1965)

EXAMPLE OF ECCENTRIC PRESS FOUNDATION IN A SETTLEMENT

Abstract

On today's level of industrial property transformation in Serbia and Montenegro, not much attention is paid to application of technology for foundation machine tools. Machine tools for deformation processes, like eccentric presses, need application of this technology. This paper gives an example of eccentric press installation in a settlement. Besides the paper gives methodology for dynamic system identification of press which is working in non series mode.



Jokanović S.¹, Čiča Đ.²

ALGORITAM ZA $C^{(1)}$ PUTANJU ALATA PRI OBRADI SLOŽENIH POVRŠINA

Rezime: Uobičajen način CNC obrade složenih površina izvodi se vođenjem alata nekom približnom putanjom, sastavljenom od pravolinijskih segmenata. Kako bi se ublažili svi nedostaci ovakvog načina obrade, prezentovan je algoritam za generisanje putanje alata, sastavljen od kružnih lukova, a koji se odlikuje neprekidnošću tangente. Programska implementacija rješenja $C^{(1)}$ putanje alata izvedena je nadogradnjom CAD/CAM paketa SolidWorks
Ključne riječi: CAD/CAM, $C^{(1)}$ putanja alata, CNC.

1. UVOD

O CNC obradi složenih površina publikovan je ogroman broj naučno istraživačkih radova. Njihov noviji pregled dat je u [1]. Razlikuju se po pristupima izboru krivih linija sa površine i algoritmima aproksimacije, ali se redovno radi o aproksimaciji izlomljenim linijama tj. linijama sastavljenim iz kratkih pravolinijskih odsječaka. U novije vrijeme javljaju se pokušaji da se aproksimacija izvede kružnim lukovima i tako ostvare $C^{(1)}$ putanje alata. Rješenja u 2D prostoru, za aproksimaciju ravanskih krivih linija su odavno poznata, ugrađena u APT i CAM sisteme i u naučnoj literaturi detaljno elaborirana. Matematičko-programski modeli se, između ostalog, mogu naći u [2] i [3].

U 3D prostoru, na problematici aproksimacije 3D linija po dijelovima kružnim linijama takođe se odavno radi. Tom problematikom su se bavili najpoznatiji naučnici iz oblasti geometrijskog modeliranja i CAD/CAM tehnologije, Requicha, Rosignac, Piegl, Tiller, i drugi. Prvi, nama poznat, javni rad o toj temi je rad Requicha-e i Rossignac-a [4] koji postavljaju rješenje za aproksimaciju presjeka površina linijama koje su po dijelovima kružni lukovi sa zajedničkim tangentama na krajevima. Jedno je vrijeme došlo do zatišja tog istraživanja, a onda je posljednjih godina opet intenzivirano, vjerovatno pojavom HSC (High Speed Cutting) tehnologije u kojoj mane $C^{(0)}$ putanje alata postaju mnogo izraženije. Detaljan matematički model aproksimacije krivih linija sa površine postavljaju Tseng i Chen [5]. Segment krive između tačaka u_s i u_e aproksimiraju parom kružnih lukova ('biarc' tehnika) koji interpolira krajnje tačke u_s i u_e i tangente krive u tim tačkama. Dužina pojedinog segmenta se određuje na osnovu dozvoljenog odstupanja lukova od krive. Piegl i Tiller [6] koriste isti 'biarc' koncept, ali krivu prvo aproksimiraju poligonalnom linijom, a onda tu liniju parovima lukova održavajući zahtijevanu toleranciju. Rossignac se nedavno ponovo zanima za ovu problematiku i u radu sa Safanovom [7] postavlja model aproksimacije poligonalne linije po dijelovima kružnom linijom C^0 kontinuiteta, posvećujući pažnju memorijskoj efikasnosti, a ne geometrijskom kvalitetu rješenja. Ni u jednom od ovih radova ne daju se, sem u deklarativnom smislu, detalji primjene postavljenih rješenja za programiranje putanje alata za CNC obradu površina. Dok su u 2D prostoru data rješenja široko primijenjena, u 3D prostoru njihova primjena je veoma upitna. Naime krive sa površine, odnosno njihove aproksimacije nisu dovoljne za definiciju putanje alata već su potrebne i dodatne informacije o lokalnim svojstvima površine duž tih krivih i geometriji reznog alata.

¹ Doc. dr Simo Jokanović, e-mail: simoj@urc.bl.ac.yu, Mašinski fakultet, Banja Luka, tel: +387 51 468 320

² Đorđe Čiča dipl.maš.inž., asistent, e-mail:ciled@blic.net, Mašinski fakultet, Banja Luka, tel: +387 51 468 320

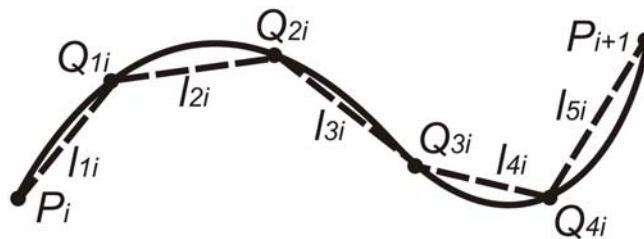
2. OBRADA SLOŽENIH POVRŠINA

Konvencionalne upravljačke jedinice CNC mašina standardno podržavaju linearnu i kružnu interpolaciju. Obrada dijelova složene geometrije izvodi se vođenjem alata nekom približnom putanjom sastavljenom od pravolinijskih i (ili) kružnih segmenata. Kreiranje aproksimacione putanje izvodi se uglavnom na CAD/CAM sistemima i predstavlja složen zadatak, naročito ukoliko se radi o obradi složenih površina. Ona se izvodi vođenjem alata nekom složenom 3D putanjom koja se proteže širom površine. Putanje alata za obradu složenih površina koje izdaju postojeći CAD/CAM sistemi imaju oblik izlomljene linije čiji su segmenti dovoljno kratki da se ne izide iz tolerantnog prostora površine. Očigledno se takve putanje odlikuju samo $C^{(0)}$ neprekidnošću.

2.1 $C^{(0)}$ neprekidna putanja

Algoritmi za generisanje $C^{(0)}$ putanje alata (sl. 2.1) opterećeni su sa više nedostataka, a najteži su sledeći:

- Jako dugački CNC programi zbog velikog broja kratkih pravolinijskih kretanja,
- Vrijeme upravljačkog ciklusa postaje duže od vremena zadržavanja alata na pojedinom linearnom segmentu što dovodi do greške zaostajanja,
- Nepovoljna dinamika mašine zbog česte promjene pravca kretanja,



Slika 2.1 Aproksimacija krive linearnim segmentima

2.2 $C^{(1)}$ neprekidna putanja

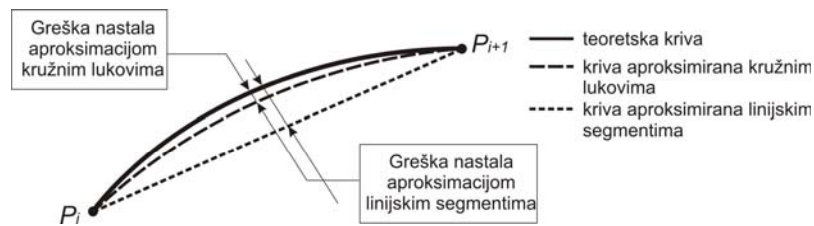
Predmet istraživanja ovog rada je analiza mogućnosti i uspostavljanje rješenja za putanje alata sa $C^{(1)}$ neprekidnošću (sl. 2.2), tj. neprekinutom tangentom. Jasno je da bi takva putanja eliminisala ili značajno ublažila nevedene nedostatke tekućih rješenja. Uprilište za ovu ideju nalazimo u činjenici da CNC upravljačke jedinice, pored pravolinijske standardno posjeduju i kružnu interpolaciju. Povezivanjem kružnih i pravolinijskih odsječaka može se, barem teoretski, ostvariti kompozitna kriva linija sa neprekinutom tangentom, kako u ravni tako i u prostoru. U radu se pod neprekinušću tangente putanje smatra neprekidnost po pojedinim prolazima jer je kod 3-osnih mašina nemoguće postići tu neprekidnost pri prelasku sa prolaza na prolaz³.



Slika 2.2 Aproksimacija krive kružnim lukovima

³ Prolaz je kretanje duž jedne parametarske krive, Kartezijeve krive, ekvi-konturne krive i sl.

Aproksimacija krive kružnim lukovima predstavlja kvalitetnije rješenje jer se već na prvi pogled uočava da ovakav način aproksimacije, pored toga što daje glatkiju aproksimacionu krivu, omogućuje održavanje aproksimacione greške u istim granicama sa znatno manjim brojem kružnih lukova u odnosu na broj pravolinijskih segmenata (sl. 2.3).



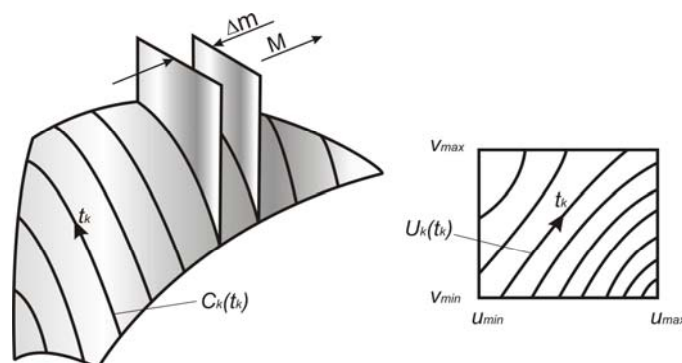
Slika 2.3 Greške aproksimacije

2.3 Planiranje putanje alata

Ukoliko razmatramo CNC obradu složene površine $S = S(u, v)$, gdje su u i v parametri površine ($u_{min} \leq u \leq u_{max}$ i $v_{min} \leq v \leq v_{max}$), tada se obrada izvodi na način da se glodalo, najčešće sa loptastim završetkom, kreće u cik-cak putanji širom površine. Geometrija putanje alata je proizvoljna, s tim što se postavlja uslov da se ne prekorači zadana tolerancija i dozvoljena hrapavost obrađene površine. Prema obliku putanje alata postojeći algoritmi za generisanje CNC putanje alata mogu se svrstati u 3 osnovna tipa:

- Izoparametarsko glodanje,
- Kartezijevo glodanje i
- Konturno glodanje.

Kod izoparametarskog glodanja pojedini prolazi putanje se podudaraju sa izoparametarskim linijama, a kod konturnog sa linijama “paralelnim” graničnim linijama površine. Kartezijevo glodanje ima pojedine prolaze paralelne Kartezijevim ravnima, tj. duž linija presjeka obrađivane površine i ravni paralelnih jednoj od koordinatnih ravnina. U radu je jedino moguće primijeniti Kartezijevo glodanje budući da su kružni lukovi ravanski entiteti, dok kod preostala dva tipa pojedini prolazi nisu ravanske već neke složene 3D putanje. Pogodna je i činjenica da upravljačke jedinice konvencionalnih CNC mašina podržavaju kružnu interpolaciju upravo u Kartezijevim ravnima. Šematski prikaz putanja alata pri Kartezijevom glodanju dat je na slici 2.4. Kao što se vidi putanje alata se podudaraju sa presjekom parametarske površine i serije vertikalnih ravni. Sa $\mathbf{M} = (m_x, m_y, m_z)$ označen je jedinični vektor normale na vertikalne ravni, dok Δm predstavlja udaljenost između dvije susjedne ravni. Sa slike je vidljivo da svakoj putanji alata $C(t)$ korespondira odgovarajuća kriva $U(t)$ u parametarskom u - v domenu. Pri tome kriva obično ne slijedi konstantu u ili v .



Slika 2.4 Kartezijevo glodanje

Postojeći metod generisanja putanje alata pri obradi složenih površina odvija se na način da se prvo definiše CC (cutter-contact) putanja alata $C(t)$ gdje je t parametar duž CC, a zatim se ista pomjeri u pravcu vektora normale za veličinu radijusa glodala kako bi se dobila CL (cutter-location) putanja. Ovaj pristup nije mogao biti primjenjen u ovom radu, jer bi pomjeranjem tačaka ravnog presjeka u pravcu vektora normale ne površinu generalno dobili liniju koja više ne leži u toj ravni (pa ni u ma kojoj, jednoj ravni). Zato je primjenjen novi pristup koji se sastoji u tome da se prvo kreira ekvidistantna površina, a zatim se ta ekvidistantna površina presijeca serijom vertikalnih ravni. Ovaj pristup osigurava kontakt loptastog glodala sa originalnom površinom kad god je njegov centar na ekvidistantnoj površini.

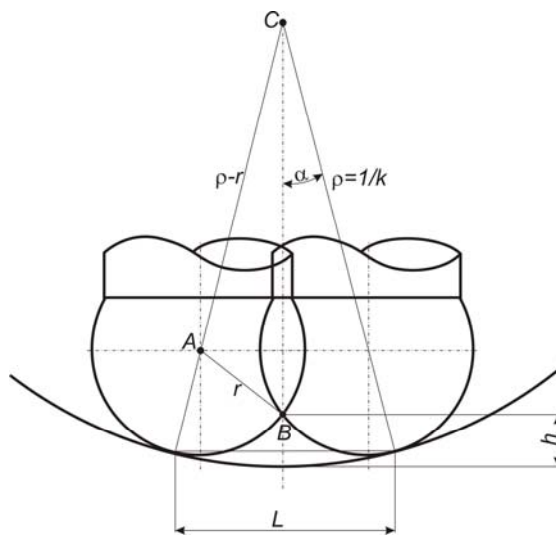
2.4 Geometrija putanje alata

Dakle, da bi definisali putanju alata neophodno je definisati:

- korak aproksimacije (veličina kružnih lukova) i
- interval putanje (rastojanje između prolaza).

Korak aproksimacije nije konstantna veličina nego je u funkciji zakrivljenosti površine u posmatranoj tački, a u pravcu kretanja alata. Ukoliko parametarsku krivu podijelimo na premalen broj segmenata može se desiti da aproksimaciona *biarc* kriva ne zadovoljava traženu tačnost. Sa druge strane, dijeljenje parametarske krive na velik broj segmenata može dovesti do povećanja vremena proračuna usprkos tome što se tačnost i pouzdanost aproksimacije povećala. Između ove dvije krajnosti bira se optimalno rješenje na način da se koristi tzv. “podijeli pa aproksimiraj” šema. Za svaki korak pretpostavlja se nova tačka sa fiksnim parametarskim korakom, a zatim se provjerava udaljenost između parametarske i *biarc* krive. Ukoliko je maksimalna razlika unutar propisane tolerancije prihvata se interpolaciona *biarc* kriva, u suprotnom odabire se nova tačka se manjim parametarskim korakom.

Interval putanje direktno je zavisen od visine neravnina koja ostaje između dvaju susjednih prolaza loptastog glodala (sl. 2.5). Rastojanje između prolaza dobijamo iz uslova da ove neravnine ne premaše dozvoljenu hrapavost. Pri tome treba imati u vidu da na visinu neravnina kod složenih površina, pored geometrije glodala, utiče i geometrija površine, te zbog toga pribjegavamo metodama aproksimacije.



Slika 2.5 Rastojanje između prolaza

Da bi dobili interval putanje aproksimiraćemo parametarsku krivu, u pravcu poprečnom na pravac pojedinih prolaza, njenom kružnicom zakrivljenosti. Sa slike 2.5 lako se određuje interval putanje u zavisnosti od zakrivljenosti površine ρ , radijusa glodala r i visine neravnina h tj.

$$L = 2\rho \sin \alpha \quad (2.1)$$

Iz kosouglog trugla ΔABC dobija se:

$$\alpha = \arccos \frac{(\rho - r)^2 + (\rho - h)^2 - r^2}{2(\rho - r)(\rho - h)} \quad (2.2)$$

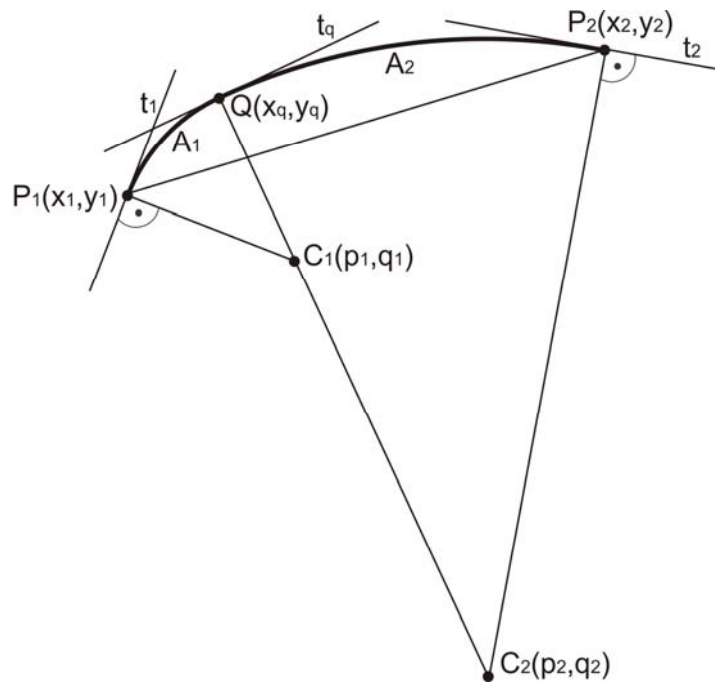
gdje je $r, h < \rho$ i $L < \infty$.

U slučaju premale zakrivljenosti tj. kada $\rho \rightarrow \infty$ koristimo poznatu relaciju:

$$L = 2\sqrt{2rh - h^2} \quad (2.3)$$

3. MATEMATIČKO RJEŠENJE BIARC PROBLEMA

Za usvojeni pristup koji se sastoji u tome da se svake dvije susjedne tačke interpoliraju sa dva kružna luka (sl. 3.1 matematičko rješenje problema svodi na određivanje parametara kružnih lukova, odnosno krugova. Kako su za definisanje svakog kruga potrebna tri parametra (koordinate centra i radijus), to je za interpolaciju pojedinog segmenta potrebno uspostaviti sistem od šest jednačina, s tim da su nam na raspolaganju četiri uslova: krajnje tačke i izvodi u tim tačkama. Preostala dva uslova su neprekidnost u dodirnoj tački Q i zajednička tangenta tj. neprekidnost prvog izvoda u toj tački.



Slika 3.1 Biarc kriva

Programska implementacija rješenja koje za datu krivu proračunava parametre kružnih lukova koji interpoliraju te tačke, urađena je korištenjem aplikativnog programskog interfejsa CAD/CAM paketa SolidWorks preko programskog jezika Visual Basic.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu problem definisanja putanje alata pri obradi složenih površina rješava se na način da se prvo kreira ekvidistantna površina, a zatim se generiše putanja alata direktno na toj ekvidistantnoj tako što se ista presijeca serijom vertikalnih ravni. Linije presjeka između ekvidistantne površine i svake od serije vertikalnih ravni će nam definisati pojedine prolaze alata. Ove prolaze, koji u opštem slučaju predstavljaju krive linije, aproksimiramo kružnim lukovima, pri čemu je kriterijum aproksimacije najveće dozvoljeno odstupanje između krive i lukova.. Korištenjem ovakvog načina aproksimacije postiže se putanja alata koja se odlikuje $C^{(1)}$ neprekidnošću, a ona nam omogućuje: znatno smanjenje CNC programa, manju grešku aproksimacije, povoljniju dinamiku mašine, veću glatkost površine.

5. LITERATURA

1. Austin, S. P., Jerard, R.B., and Drydale, R.L., Comparison of discretization algorithms for NURBS surfaces with application to numerical controlled machining, Computer Aided Design, vol. 29, 1997.
2. Jakanović, S., Programska rješenja konturnog gibanja kod CNC alatnih strojeva metodama interpolacije, Magistarski rad, FSB Zagreb, 1989.
3. Yang, X., Wang, G., Planar point set fairing and fitting by arc spline, Computer Aided Design, Vol. 33, 2001.
4. Rossignac, J. R., Requicha, A. A. G., Piecewise-circular curves for geometric modeling, IBM Journal of Research and Development, Vol. 31, 1987.
5. Tseng, Y.-L., Chen, Y.-D., Three dimensional biarc approximations of freeform surfaces for machining tool path generation, Internationale Journal of Production Research, Vol. 38, 2000.
6. Piegl, L. A., Tiller, W., Biarc approximation of NURBS curves, Computer Aided Design, Vol. 34, 2002.
7. Safanova, A., Rossignac, J., Compressed Piecewise-Circular Approximation of 3D Curves, Technical report, GIT-GVU-01-05, Gorgia Intitut of Technology, 2002.

Resume: In typical methods for CNC machining of freeform surfaces, cutting tool is driven along an aproximated paths composed of linear segments. To reduce some deficiencies of this way of machining the new algorithm is presented. The new algorithm gives tool path composed of circular arcs with with tangency continuity accomplished. Program implemmentation of $C^{(1)}$ tool path is realised within CAD/CAM package SolidWorks.

Keywords: CAD/CAM, $C^{(1)}$ tool path, CNC.



M. Janjić, V. Domazetović, S. Savićević, M. Vukčević¹

ODREĐIVANJE KRIVIH OJAČAVANJA I NJIHOV IZBOR U NUMERIČKIM SIMULACIJAMA

Rezime

U radu su date dobijene krive ojačavanja za različite materijale i uslove deformisanja, po procedurama koje predpostavljaju određene metode. Zbog ograničenosti primjene dobijenih krivih ojačavanja sa aspekta dužine posmatranog intervala logaritamskog stepena deformacije, izvršena je regresiona analiza krivih ojačavanja i dobijeni su parametri modela oblika koji se često koristi u literaturi. Izvršena je numerička simulacija korišćenjem eksperimentalno dobijenih i modeliranih krivih ojačavanja i upoređeni su rezultati deformacione sile sa eksperimentalno određenim vrijednostima. Na osnovu odstupanja, dat je predlog za izbor odgovarajuće krive ojačavanja za korišćenje u numeričkim simulacijama.

1. UVOD

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 rešavanja 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 ovom paketu su vršene simulacije i dobijeni rezultati prezentirani u radu.

Najvažniji ulazni parametri u obradi deformisanjem, pored geometrijskih parametara alata i priprema, jesu specifični deformacioni otpor i kontaktno trenje. Ovi parametri su naročito značajni kod numeričkih simulacija metodom konačnih elemenata. Od njihovih pravilno izabranih vrijednosti zavisi poklapanje rezultata numeričke simulacije sa eksperimentalnim [1,2]. Iz navedenih razloga u radu će biti određene krive ojačavanja za različite uslove deformisanja na osnovu više metoda, a tako i njihova numerička aproksimacija i za te vrijednosti biće izvršena numerička simulacija slobodnog sabijanja i upoređeni rezultati. Na osnovu toga biće izvršen izbor krive ojačavanja za određene uslove. Određivanje faktora trenja dato je u radu [3] i dobijene vrijednosti korišće se u simulacijama.

2. METODE ZA ODREĐIVANJE KRIVIH OJAČAVANJA

Postoji veći broj metoda za određivanje specifičnog deformacionog pomoću kojih se dobijaju rezultati koji u manjoj ili većoj mjeri odstupaju od realnih. Ovo je prije svega povezano sa nemogućnošću postizanja jednoosnog naponskog stanja prilikom izvođenja eksperimentalnih ispitivanja, pri čemu se ovaj problem pokušava prevazići na različite načine. Opis metoda je dat u radu [4] pa se daju samo dobijeni rezultati.

U ovom radu se za određivanje krivih ojačavanja korišće se sledeće metode [5,6,7]:

1. Metod izražene zone deformacije (MIZOD),
2. Metod sabijanja hidrodinamičkim trenjem (MSHT),
3. Šofmanov metod (ŠM),
4. Uprošćeni metod (UM) i
5. Metod jednoosnog zatezanja (MJZ).

3. EKSPERIMENTALNO ISTRAŽIVANJE

3.1. Materijal i uslovi istraživanja

Eksperimentalni materijali koji se koriste u radu su olovo i legura aluminijuma AlMgSi0,5 hemijskih sastava datih u Tab.1.

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
Doc. dr Sreten Savićević, Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, Cetinjski put bb, 81000 Podgorica; 081 245003
Prof. dr Milan Vukčević, Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, Cetinjski put bb, 81000 Podgorica; 081 245003; milanvu@cg.yu

Tab.1. Hemijski sastav materijala korišćenih u eksperimentalnim istraživanjima

Materijal	Fe%	Si%	Ti%	Cu%	Zn%	V%	Cr%	Mn%	Mg%	Ni%	Primjese
Pb	0.47	0.423	0.082	0.29	0.391	0.001	2.143	0.248	0.627	-	-
AlMgSi0,5	0.207	0.477	0.01	0.09	0.068	0.004	0.01	0.1	0.493	0.02	-

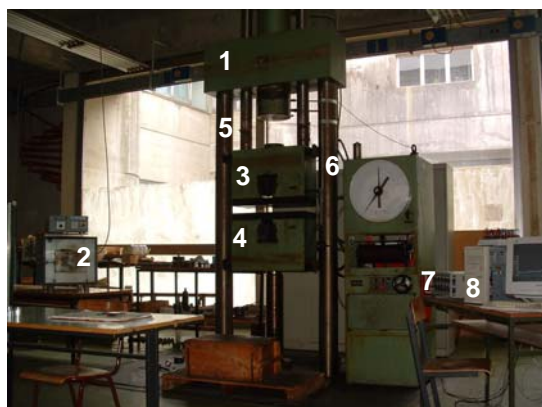
Izrada priprema i količina zavise od vrste materijala i metode za određivanje krive ojačavanja, dok su geometrija i dimenzije usvojeni na osnovu odgovarajućih standarda. Krive ojačavanja se određuju za konkretne uslove definisane u okviru širih istraživanja, a koji odgovaraju realnim. To su:

- temperature hladne obrade: $t_0=20$ [°C],
- temperature tople obrade legure AlMgSi0,5: $t=440$ [°C],
- brzina deformisanja: $v=2$ [mm/s],
- ravni alati kaviteta obrade radne površine N6,
- podmazivanje se vrši grafitnom mašću.

3.2. Eksperimentalna oprema

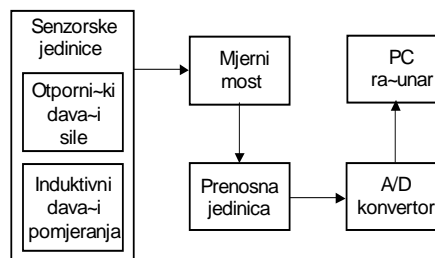
Za deformisanje je korišćena mašina za statička ispitivanja sa hidrauličnim pogonom, oznake R100, ruske proizvodnje, na kojoj je moguće vršiti ispitivanja na istezanje i pritisak - tj. koristiti je kao kidalicu ili kao presu (Sl.1.) (u daljem tekstu "presa"). Za ispitivanje istezanjem koriste se hidraulične stezne čeljusti u gornjem (3) i donjem (4) stolu, a ispitivanje na pritisak se ostvaruje između gornjeg stola prese i dna hidrauličnog cilindra. Presa se koristi kako za izvođenje procesa slobodnog sabijanja, tako i za dobijanje šipki kružnog poprečnog presjeka, procesom istosmjernog istiskivanja, za izradu priprema od olova.

Za zagrijavanje priprema do radne temperature, koristi laboratorijska peć za zagrijavanje i termičku obradu tipa LP 08 domaće proizvodnje (Sl.1.-2).



Sl.1. Fotografija istraživačkog mjesta:
1 - hidraulična presa, 2 - peć, 3 - gornji sto,
4 - donji sto, 5 - davač sile, 6 - davač hoda,
7 - mjerni most, 8 - računar

Mjerenja pri navedenim eksperimentalnim istraživanjima su vršena pomoću precizne analognog digitalne mjerne opreme povezane u informacijski mjerni sistem, koji se sastoji od: senzorskih jedinica, mjernog mosta, prenosne jedinice, A/D kartice i računara, predstavljen blok dijagramom na Sl.2.



Sl.2. Blok dijagram informacionog mjernog sistema

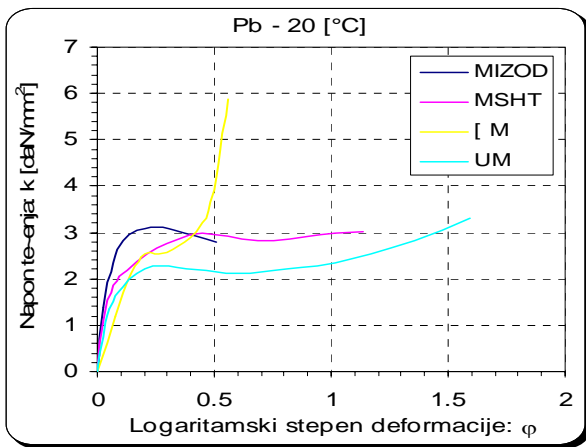
Signal sa senzorskih jedinica - davača je pojačavan u digitalnom šestokanalnom mjernom mostu (Sl.1.-7) marke HBM, tipa KWS.637.D4. Izlazni analogni signal iz mosta, prenosnom jedinicom se dovodi do AD/DA kartice tipa DT 2801-A, konvertuje u digitalni i memoriše na personalnom računaru PENTIUM I (Sl.1.-8) sa instalisanim softverskim paketom za akviziciju podataka GLOBAL-LAB.

Kontrola temperature pri presovanju u toplom stanju vršena je pomoću digitalnog mjerača temperature sa taktinom sondom koja služi za mjerenje temperature na površini tvrdih materijala, napravljenom na bazi termopara.

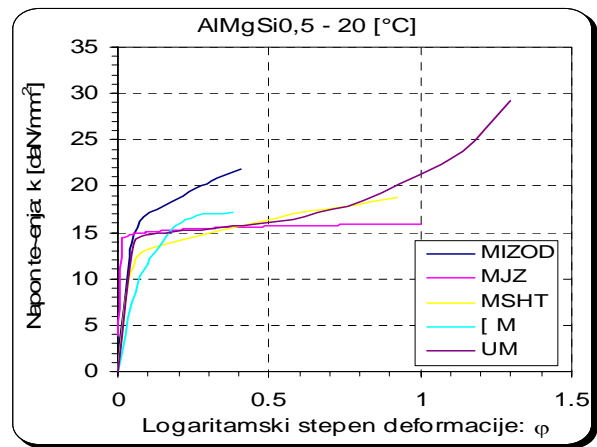
Za kontrolu dužina korišćeno je kljunasto mjerilo sa nonijusom i mikrometar.

3.3. Određivanje krivih ojačavanja

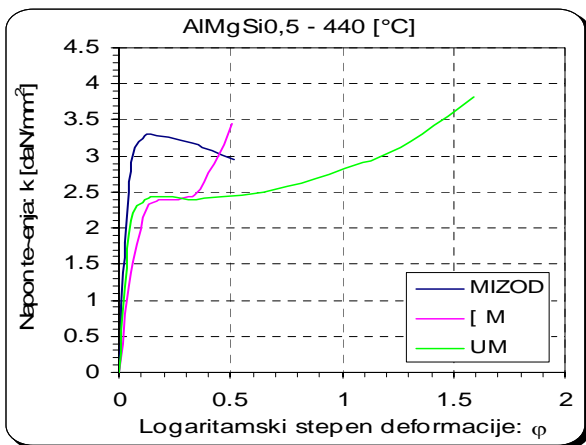
Tokom izvođenja istraživanja snimani su indikatorski dijagrami promjene sile u funkciji radnog hoda alata i promjena geometrije tokom odvijanja procesa deformisanja. Nakon izvršenih eksperimentalnih ispitivanja, obradom dobijenih rezultata po procedurama koje predviđaju pojedine metode, dobijeni su dijagrami zavisnosti stvarnih napona od logaritamskog stepena deformacije, koji predstavljaju krive ojačavanja trećeg reda. Dobijeni dijagrami krivih ojačavanja dati su na Sl.3. do Sl. 5.



Sl.3. Krive ojačavanja olova na $t=20[^\circ\text{C}]$



Sl.4. Krive ojačavanja za AlMgSi0,5 na $t=20[^\circ\text{C}]$



Sl.5. Krive ojačavanja za AlMgSi0,5 na $t=420[^\circ\text{C}]$

4. REGRESIONA ANALIZA KRIVIH OJAČAVANJA

Kod krivih ojačavanja koje važe za manje stepene logaritamske deformacije mora se vršiti aproksimacija funkcijama. U literaturi se najčešće kod izotermnih procesa koristi stepeni oblik kod kojega je napon tečenja funkcija stepena deformacije i brzine deformacije i temperature [2,8]:

$$k = k_0 + c\varphi^n \dot{\varphi}^m e^{\frac{\Delta H}{RT_{\text{abs}}}} \quad (1)$$

S obzrom na relativno male brzine deformisanja, vrijednost za eksponent brzine deformacije i početni napon tečenja uzimaju se da su jednaki nuli: $m=0$ i $k_0=0$, pa se izraz (1) svodi na izraz:

$$k = c\varphi^n e^{\frac{\Delta H}{RT_{\text{abs}}}} \quad (2)$$

pri čemu za pojedine uslove za koje važi da je $t=\text{const.}$ eksponencijalni član u izrazu (2) je constantan i dobija se:

$$k = c\varphi^n \quad (3)$$

Korišćenjem softverskog paketa STATISTICA izvršena je aproksimacija svih krivih ojačavanja, a dobijeni parametri funkcija i koeficijent korelacije K, dati su u Tab.2. Treba napomenuti da je kod Šofmanovog metoda aproksimiran dio prije izrazitog porasta napona tečenja, kako bi eliminisali visoku nekorelativnost usled naglog rasta krive ojačavanja. Takođe su određene krive ojačavanja koje predstavljaju aproksimacije svih dobijenih krivih zajedno, tj. ekvivalente krive za pojedine uslove. Parametri ekvivalentnih krivih ojačavanja dati su u Tab.3. Za aproksimaciju krivih korišćen je *Simplex&Quasi-Newton*-ov metod.

Tab.2. Parametri modela krivih ojačavanja

Materijal		Metod	c	n	Koeficijent korelacije K
Pb	$t=20[^\circ\text{C}]$	MIZOD	3.519324	0.156114	0.944962
		MSHT	3.156404	0.193512	0.968376
		SM	5.43487	0.52455	0.97457
		UM	2.38916	0.121411	0.96651
AlMgSi0,5	$t=20[^\circ\text{C}]$	MIZOD	28.63777	0.270208	0.964697
		MSHT	18.94052	0.19231	0.986466
		SM	25.60558	0.3402	0.973799
		UM	16.752295	0.062775	0.999645
AlMgSi0,5	$t=440[^\circ\text{C}]$	MIZOD	3.476441	0.090661	0.943429
		SM	3.418737	0.247689	0.985336
		UM	2.65558	0.06998	0.99317

Tab.3. Parametri modela ekvivalentnih krivih ojačavanja

Materijal	Temperatura	c	n	Koeficijent korelacije K
Pb	t=20 [°C]	2.874792	0.134144	0.883238
AlMgSi0,5	t=20 [°C]	16.9709	0.068684	0.911298
	t=420 [°C]	3.178335	0.071742	0.921686
	t=440 [°C]	3.034434	0.097808	0.895958
	t=460 [°C]	2.834984	0.093921	0.911298

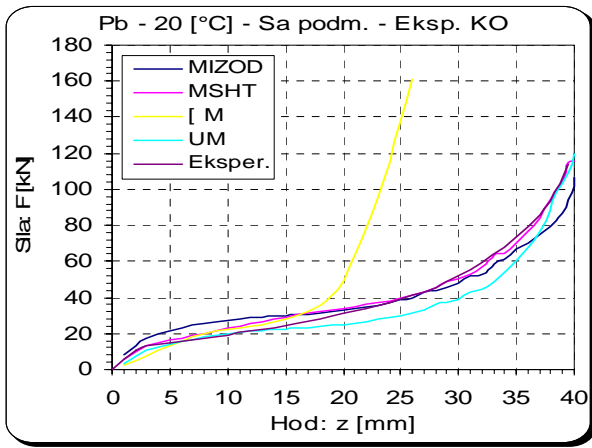
5. NUMERIČKA SIMULACIJA

Numerička simulacija je vršena pomoću softverskog paketa DEFORM čiji je kratak opis dat u radovima [4], pa se u ovom radu daje Tab.4. sa ulaznim podacima na primjeru modela dobijenog krive ojačavanja dobijene po MIZOD (Tab.2.).

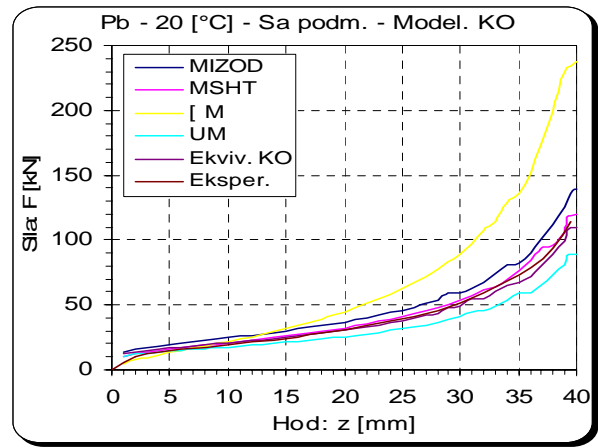
Tab.4. Primjer ulaznih podataka za DEFORM simulaciju

Simulation Controls	Simulation Parameters	Units UNIT			<input checked="" type="checkbox"/> SI	
		Geometry GEOTYP			<input checked="" type="checkbox"/> Axisymmetric	
	Step Controls	Number of simulation steps			NSTEP=1000	
		Step increment to save			STP INC=10	
		Primary die			PDIE(1)=1	
		Steps by			<input checked="" type="checkbox"/> Stroke	
		Stroke per step			DSMAX=0.1 [mm]	
Stopping Controls	Primary die displacement			SMAX=0,40.0000 [mm]		
Material Properties	Flow Stress data	Constant			(C)= 35.19324[MPa]	
		Strain exponent			(n)= 0.156114	
Objects	Name: Gornji alat <input checked="" type="checkbox"/> Rigid	Geometry		X [mm]	Y [mm]	R [mm]
			1	0	50.00	0
			2	45.00	50.00	1
		Movement controls			Speed: 2 [mm/s]	
					Angle: -90°	
		Name: Donji alat <input checked="" type="checkbox"/> Rigid	Geometry		X [mm]	Y [mm]
	1			45.00	0	0
	2		0	0	0	
	Name: Pripremak <input checked="" type="checkbox"/> Plastic		Geometry		X [mm]	Y [mm]
		1		0	0	0
		2		15.14	0	0
		3		15.14	50.00	0
		4	0	50.00	0	
	Mesh	Number of mesh elements		MGNELM=1000		
Inter Object Interface	Gornji kalup - - Pripremak	Contact relation CNTACT			<input checked="" type="checkbox"/> Master-Slave	
		Friction model FRCFAC			Shear	
		Friction			FRCFAC=0.114	
	Donji kalup - - Pripremak	Contact relation CNTACT			<input checked="" type="checkbox"/> Master-Slave	
		Friction model FRCFAC			Shear	
		Friction			FRCFAC=0.114	

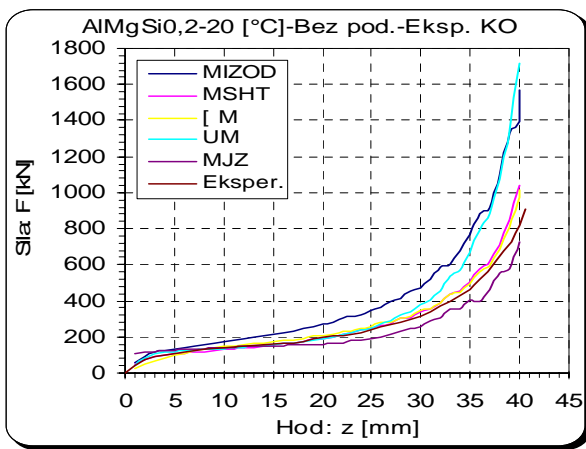
Na osnovu ovako unošenih podataka dobijeni su rezultati numeričke simulacije za sve navedene uslove i krive ojačavanja dobijene eksperimentalno i modelski i daju se na na Sl.6. do Sl.11.



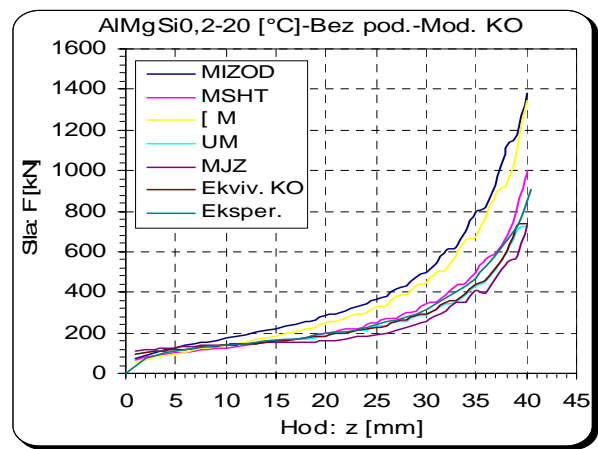
Sl.6. Sila dobijena mjerenjem i simulacijom za eksp. krive ojačavanja za Pb na $t=20[^\circ\text{C}]$



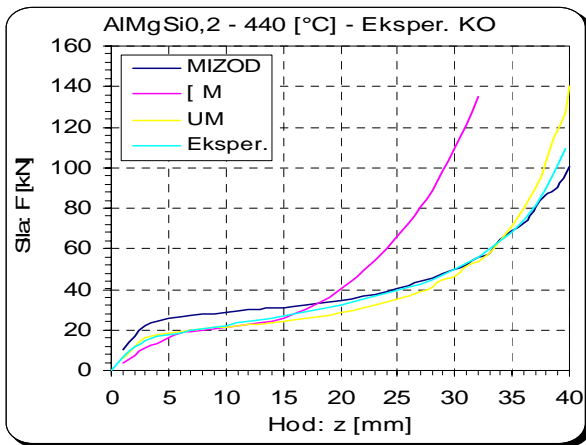
Sl.7. Sila dobijena mjerenjem i simulacijom za model. krive ojačavanja za Pb na $t=20[^\circ\text{C}]$



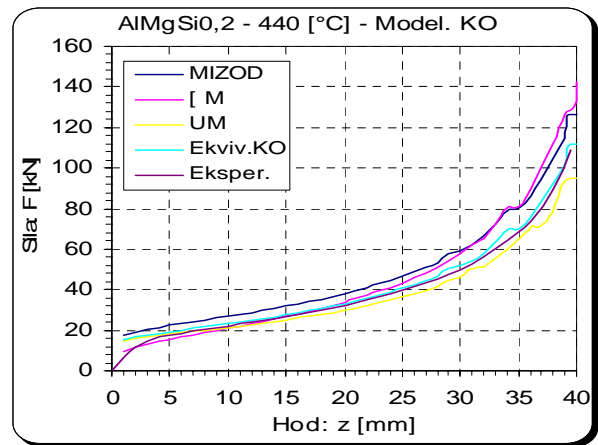
Sl.8. Sila dobijena mjerenjem i simulacijom za eksp. krive ojačavanja za AlMgSi_{0,5} na $t=20[^\circ\text{C}]$



Sl.9. Sila dobijena mjerenjem i simulacijom za model. krive ojačavanja za AlMgSi_{0,5} na $t=20[^\circ\text{C}]$



Sl.10. Sila dob. mjerenjem i simulacijom za eksp. krive ojačavanja za AlMgSi_{0,5} na $t=20[^\circ\text{C}]$



Sl.11. Sila dob. mjerenjem i simulacijom za model. krive ojačavanja za AlMgSi_{0,5} na $t=20[^\circ\text{C}]$

6. ANALIZA REZULTATA

Kao što je već naglašeno u uvodnom dijelu, od pravilno izabranih ulazih parametara, a prije svega krivih ojačavanja, zavisi tačnost dobijenih rezultata. Izlazna veličina koja se može uporediti eksperimentalno dobijenim vrijednostima u navedenim istraživanjima jeste sila u funkciji radnog hoda i ona je takođe data na dijagramima Sl.6. do Sl.11.

Kod slobodnog sabijanja olova na sobnoj temperaturi sa podmazivanjem, najbolje poklapanje vrijednosti sile dobijene numeričkom simulacijom i eksperimentalno izmjerene vrijednosti, je za korišćenje

krive ojačavanja po MSHT. Za niže vrijednost stepena deformisanja dobro je poklapanje korišćenjem i ŠM i UM. Kada se koriste modelske krive ojačavanja najbolji rezultati se dobijaju za model krive ojačavanja po MSHT i za model ekvivalentne krive ojačavanja. Najveće razilaženje vrijednosti radne sile se dobija korišćenjem ŠM zbog naglog rasta napona tečenja u drugom dijelu krive (Sl.6. i Sl.7.).

Kada je u pitanju sabijanje legure AlMgSi0,5 na sobnoj temperaturi bez podmazivanja, najbolje rezultate daje simulacija sa krivom ojačavanja po MSHT i ŠM, zato što se koristi prvi dio krive prije naglog rasta napona tečenja. Za niže vrijednosti stepena deformisanja dobre rezultate daju krive ojačavanja po MJZ i UM. Najveće odstupanje je kod MIZOD i drugom dijelu UM krivih ojačavanja usled porasta napona tečenja. Najbolje poklapanje za korišćenjem modelskih vrijednosti je na osnovu modela dobijenog za MSHT i UM, a takođe i za model ekvivalentne krive ojačavanja (Sl.8. i Sl.9.).

Simulacija tople obrade legure AlMgSi0,5 na $t=440$ [°C] daje najbolje poklapanje sile sa eksperimentalno izmjerenim vrijednostima za krivu ojačavanja po UM i ŠM za niže vrijednosti stepena deformisanja, dok je srednje i više po UM i MIZOD. Kod korišćenja modelskih vrijednosti krivih ojačavanja najbolji rezultati su po modelu za UM i model ekvivalentne krive ojačavanja. Takođe postoje velika odstupanja kod korišćenja krive ojačavanja po ŠM za veće stepene deformisanja (Sl.10. i Sl.11.).

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata prezentiranih u ovom radu i analize sprovedene u prethodnoj tački zaključuje se da je u numeričkim simulacijama procesa deformisanja za navedene uslove, najbolje koristiti krive ojačavanja dobijene po MSHT za hladnu obradu i UM za toplu obradu, ili modele ovih krivih ojačavanja.

Kada postoji mogućnost određivanja krivih ojačavanja po različitim metodama onda se modelska vrijednost srednje - ekvivalentne krive ojačavanja može uspješno koristiti u numeričkim simulacijama. Korišćenjem ekvivalentne krive ojačavanja dobijeni su najtačniji rezultati.

Kod malih vrijednosti stepena deformisanja, tj. na samom početku procesa, bolje poklapanje vrijednosti radne sile dobijene simulacijom sa eksperimentalnim vrijednostima je korišćenjem eksperimentalno dobijenih krivih ojačavanja, ali su njihovi modeli, zbog svoje jednostavnosti, pogodniji za korišćenje.

LITERATURA

- [1] C. H. Lee, T. Altan: Influence of The Flow Stress and friction Upon Metal Flow in Upset Forging of Rings and Cylinders. Trans. Asme, Jour. Engin. Ind, pp 775-782. 1972.
- [2] V. Mandić: Fizičko modeliranje i numerička simulacija kao osnova novog koncepta projektovanja alata za toplu zapreminsku obradu - doktorska disertacija. Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2002.
- [3] M. Janjić, V. Domazetović, M. Vukčević: Određivanje faktora trenja metodom konačnih elemenata. JUPITER, Beograd, 2004.
- [4] M. Janjić, V. Domazetović, M. Vukčević: Određivanje specifičnog deformacionog otpora metodom konačnih elemenata. JUPITER, Beograd, 2003.
- [5] M. Janjić: Prilog modeliranju tečenja metala pri zapreminskom oblikovanju osnosimetričnih elemenata - magistarski rad. Mašinski fakultet, Podgorica, 1997.
- [6] M. Plančak, ...: Praktikum laboratorijskih vježbi iz tehnologije plastičnosti. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1997.
- [7] M. Vukčević: Prilog ispitivanju specifičnog deformacionog otpora Al-legure - metod izražene zone deformacije - magistarski rad. Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, 1984.
- [8] DEFORM-2D v. 7.2 User Manual. Scientific Forming Technologies Corporation - SFTC, 1999.

M. Janjić, V. Domazetović, S. Savićević, M. Vukčević

DETERMINATION AND CHOSE OF STRENGTHENING CURVES FOR USING IN NUMERICAL SIMULATION

Rezime

In this paper different strengthening curves for different materials using certain methods are given. Using of strengthening curves is limited on some intervals of logarithm degree deformation. Because that, regression analyze of this curves is done and parameters of shape model are obtained. Numerical simulation using experimental and numerical strengthening curves is done and results of deforming force are compared with experimental values. On the base differences, proposal for chose of strengthening curves for numerical simulation is given.

V. Mandić, D. Vilotić, M. Plančak, M. Stefanović¹

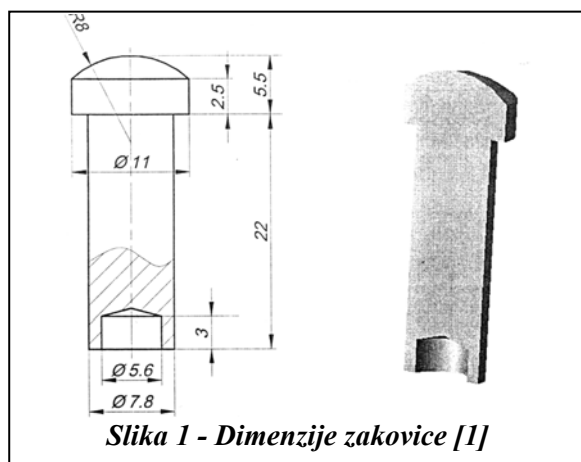
HLADNO VIŠEFAZNO ZAPREMINSKO OBLIKOVANJE OSNOSIMETRIČNIH OBRADAKA - FEM SIMULACIJA I EKSPERIMENTALNA VERIFIKACIJA

Rezime: U radu je analiziran proces izrade zabušene zakovice od Č0247, postupkom hladnog višefaznog zapreminskog oblikovanja. U tu svrhu izvedena je numerička FEM simulacija procesa, pri čemu su dobijene raspodele deformacionih, naponskih i brzinskih polja u obratku, kao i dijagram deformacione sile za dve operacije procesa. Uz pretpostavku da se plastično tečenje materijala odvija samo u pojedinim zonama obratka, izvedena je serija eksperimenata korišćenjem jednostavnih modela. Rezultati eksperimentalnih istraživanja u potpunosti su potvrdili rezultate numeričke simulacije.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Višefazno zapreminsko oblikovanje se primenjuje za izradu delova složenog oblika na višepozicionim presama - automatima. Delovi se izrađuju iz žice, koja je prethodno termički obrađena i fosfatirana, tako da nije neophodno međuoperacijsko žarenje. Ovakve procese karakteriše velika nestabilnost, s obzirom na istovremeno plastično tečenje materijala u posebnim zonama obratka. Zbog velikog broja uticajnih parametara i njihovog interaktivnog dejstva veoma je teško precizno definisati optimalne uslove izvođenja procesa. Sa stanovišta troškova proizvodnje broj operacija oblikovanja treba da je što manji. S druge strane, postoje limitirajući faktori vezani za maksimalnu dozvoljenu deformaciju materijala u pojedinim operacijama. Da bi se odredio optimalan broj operacija za višefazno oblikovanje potrebno je poznavati zavisnost osnovnih parametara procesa i tečenja materijala od uticajnih faktora. Kada u procesima zapreminskog oblikovanja postoji podeljeno tečenje materijala u pojedinim, odvojenim deformacionim zonama u obratku, moguće je korišćenjem uprošćenih modela izvršiti parcijalnu analizu takvih procesa.

Istraživanja u ovom radu se odnose na proces izrade zabušene zakovice dimenzija $\Phi 8$, hladnim zapreminskim oblikovanjem u dve operacije, koji predstavlja kombinaciju dva procesa koji se istovremeno odvijaju: sabijanje u zatvorenom kalupu (izrada glave zakovice) i suprotnosmerno istiskivanje (izrada rupe zakovice). Izgled i odgovarajuće dimenzije zakovice prikazani su na slici 1 [1].



Na osnovu proračuna, baziranog na preporukama iz literature [2,3], oblikovanje glave vrši se u dve operacije, pri čemu se u prvoj fazi formira konusni predoblik, a u drugoj sferični oblik. Na slici 2 prikazan je oblik pripremljena, prethodni oblik u prvoj operaciji i konačan oblik zakovice u drugoj operaciji obrade.

Materijal zakovice je konstruktivni čelik Č0247, sledećeg hemijskog sastava C 0.1%, Si 0.25% i Mn 0.4%. Polazna struktura materijala ispitana je na Institutu za proizvodno mašinstvo, FTN Novi Sad [1]. Kriva tečenja je određena testom pritiskivanja po metodi Rastegajeva [1]. Aproximativni matematički oblik krive tečenja je

¹ Dr Vesna Mandić, dipl.inž., docent Mašinskog fakulteta u Kragujevcu, e-mail: mandic@kg.ac.yu

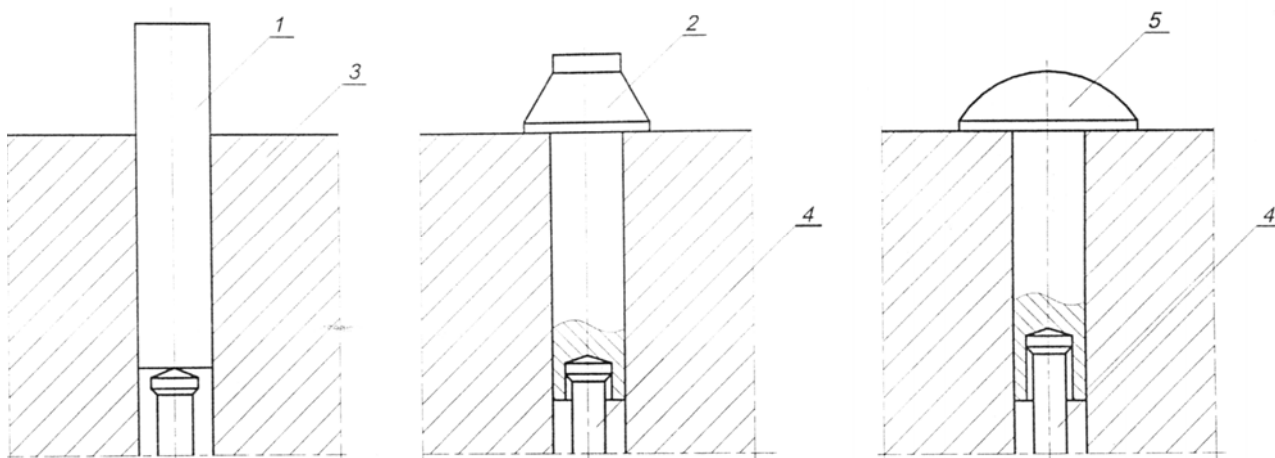
Dr Dragiša Vilotić, dipl.inž., redovni prof. Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, e-mail: vilotic@uns.ns.ac.zu

Dr Miroslav Plančak, dipl.inž., redovni prof. Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, e-mail: plancak@uns.ns.ac.yu

Dr Milentje Stefanović, dipl.inž., redovni prof. Mašinskog fakulteta u Kragujevcu, e-mail: stefan@kg.ac.yu

$$K = 652.855 \cdot \varphi^{0.1408}, \text{MPa} \quad (1)$$

U cilju praćenja podeljenog tečenja materijala i naponsko-deformacione analize procesa primenjena je metoda konačnih elemenata. Rezultati numeričke simulacije su provereni eksperimentalnim istraživanjima, korišćenjem uprošćenih modela, koji ilustruju tečenje materijala u pojedinim deformacionim zonama obratka.



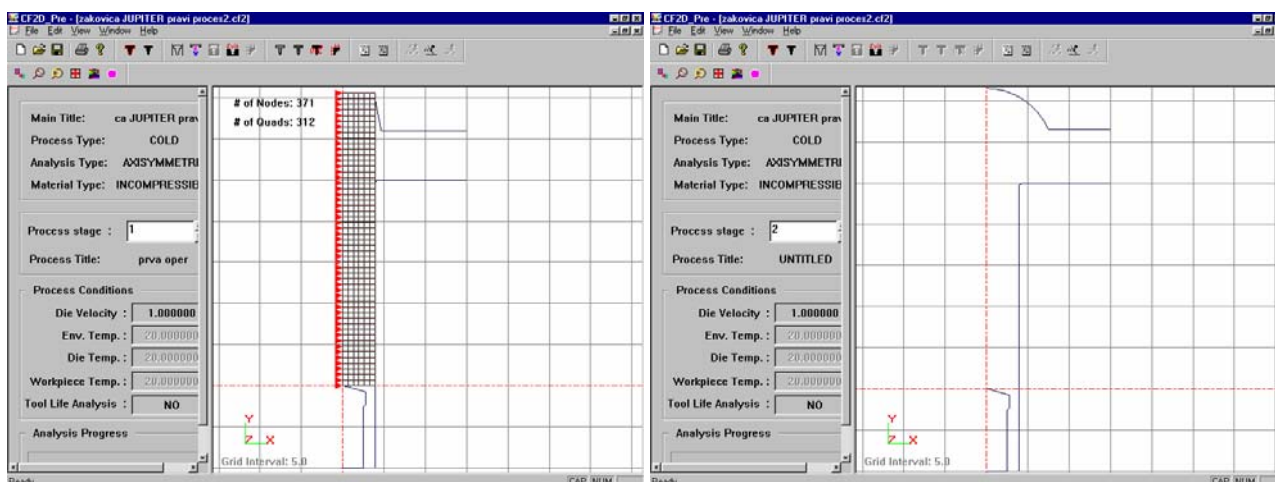
Slika 2 - Tehnološki postupak izrade zabušene zakovice

2. FEM SIMULACIJA

Programski paket CAMPform 2D korišćen je za numeričku simulaciju i naponsko-deformaciono-brzinsku analizu istraživanog procesa. Program je namenjen 2D FEM analizi procesa zapreminske obrade na bazi kruto-viskoplastičnog pristupa, a razvijen je na KAIST institutu [4]. Ima AMG modul za automatsko generisanje FE mreže i remeshing. Na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu koristi se poslednjih godina za numeričku simulaciju različitih procesa zapreminskog oblikovanja (kovanja, istiskivanja, vučenja, utiskivanja itd.) [5-8].

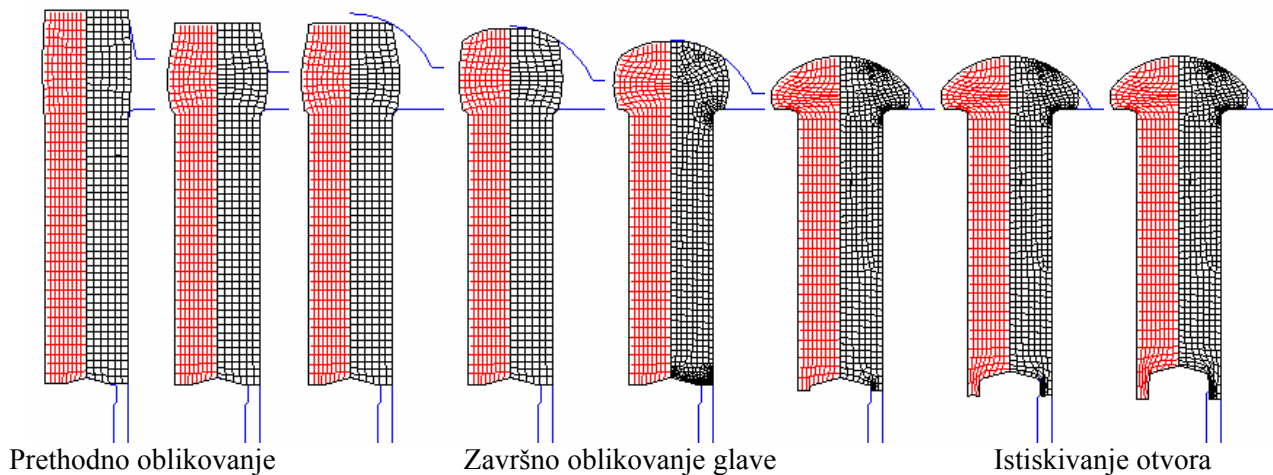
Za opisivanje plastičnog tečenja materijala koristi se kriva tečenja data jednačinom (1). Kontakno trenje je opisano preko modela konstantnog trenja, pri čemu je koeficijent trenja $\mu=0.09$, kojem odgovara faktor trenja $m=0.155$. Brzina deformisanja odgovara laboratorijskim uslovima ispitivanja $v_p=10\text{mm/min}$.

Geometrija alata i početna FE mreža u CAMPform editoru prikazani su na slici 3. U prvoj i drugoj operaciji pokretni su samo gornji delovi alata. S obzirom da se u drugoj operaciji, nakon formiranja sferne glave zakovice, zahvaljujući elastičnoj matrici nastavlja kretanje gornjeg dela alata u funkciji formiranja veće dubine otvora na zakovici [1], u numeričkoj simulaciji je to zadato kao treća operacija. Naime, u trećoj numeričkoj operaciji zadata je ista geometrija alata, s tim što je donji deo alata pokretan na gore u cilju formiranja veće dubine otvora. Upravo, uslovi kontaktnog trenja, geometrijski parametara žiga i sila na oprugama matrice uslovljavaju odnose u podeljenom tečenju materijala, tj. veličinama glave i otvora zakovice. Nestabilnost procesa se ogleda u uticaju pomenutih faktora na konačnu geometriju zakovice.



Slika 3 - Početna FE mreža i geometrija alata u operaciji prethodnog i završnog oblikovanja

Plastično tečenje materijala i popunjavanje alata prikazano je na slici 4. U levoj polovini numeričkog modela zakovice prikazane su linije tečenja. Analiza slike tečenja potvrđuje hipotezu o podeli složenih procesa na više uprošćenih modela u toku višefaznog oblikovanja. Naime, središnji deo tela zakovice, van glave i otvora na dnu, je potpuno nedeformisan i može se smatrati kao kruto telo, za neke uprošćene teorijske analize. Potpuno popunjavanje sfernog dela alata, za formiranje sferne glave zakovice, dovodi do naglog porasta deformacione sile, što je inače slučaj pri oblikovanju u zatvorenim alatima. To naravno dovodi i do porasta vrednosti radijalne i aksijalne komponente napona u zoni formiranja glave. U takvim uslovima obrade postoji značajno opterećenje alata, što može dovesti do njegovog ubrzanog habanja i loma. Zbog toga je pogodnije formiranje glave zakovice bez potpunog popunjavanja alata, kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4 - Linije tečenja (flownet) i FE mreža u toku numeričke simulacije procesa oblikovanja zakovice

Optimizacija preocesa i geometrije alata u funkciji uticajnih faktora, moguća je kroz više numeričkih eksperimenata. Prednost korišćenja numeričkih modela je upravo u njihovoj fleksibilnosti.

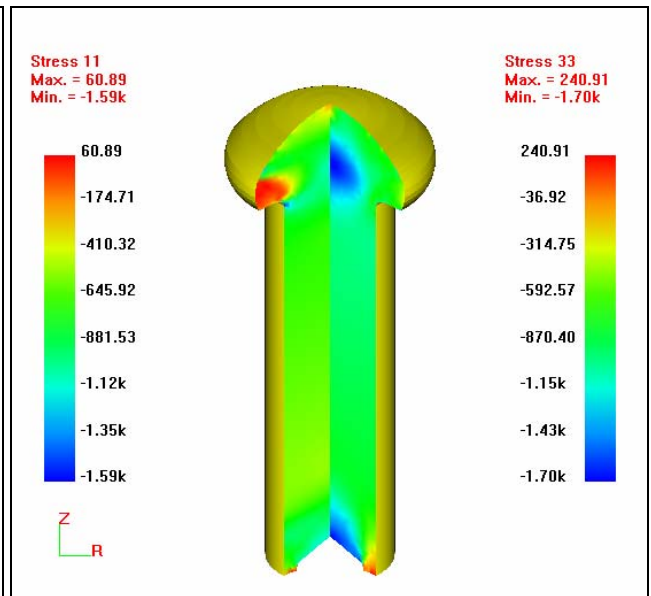
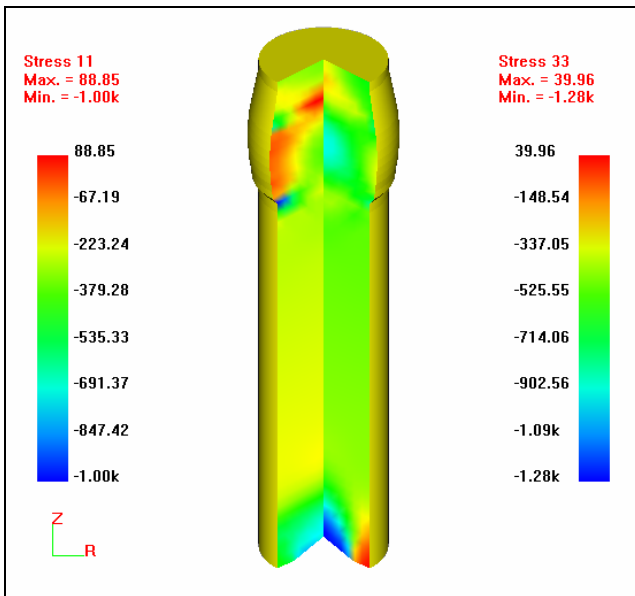
Izvedenom numeričkom simulacijom dobijene su distribucije deformacionih, naponskih i brzinskih polja. Na slici 5 prikazane su distribucije radijalnog (Stress 11) i aksijalnog (Stress 33) napona u obratku, na kraju prve operacije procesa prethodnog oblikovanja. Distribucije istih napona, u završnoj fazi formiranja glave u drugoj operaciji, prikazane su na slici 6, dok su na slici 7 prikazane distribucije na kraju procesa, pri formiranju dubljeg otvora zakovice. Numerička procena deformacione sile za dve operacije formiranja glave zakovice prikazana je na dijagramu na slici 8., pri čemu je sila izražena u kN.

S obzirom da su eksperimentalna istraživanja sprovedena na uprošćenim modelima, urađena je numerička simulacija pojedinačnih procesa formiranja glave u dve operacija, a zatim suprotnosmernog istiskivanja otvora na dnu zakovice. U tom slučaju je celo telo zakovice potpuno nedeformisano u operacijama formiranja glave. Distribucije aksijalnog napona u fazi formiranja sferne glave zakovice, za oba numerička modela procesa - pri istovremenom formiranju glave i otvora i u parcijalnom, uprošćenom modelu procesa, prikazane su na slici 9. Uporedna analiza pokazuje veoma zadovoljavajuću podudarnost distribucija ove naponske komponente u deformacionoj zoni glave zakovice. Na istoj slici su pokazane i distribucije aksijalne deformacije u istim fazama procesa, za obe vrste modela. Upoređenje modela daje zadovoljavajuću podudarnost, s obzirom da su različite vrednosti deformacije u legendama dodeljene istim slovima oznakama izolija. U svakom slučaju, dobijeni rezultati potvrđuju polaznu hipotezu o mogućnosti podele složenih procesa deformisanja na parcijalne, uprošćene modele, što značajno pojednostavljuje analizu procesa.

3. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

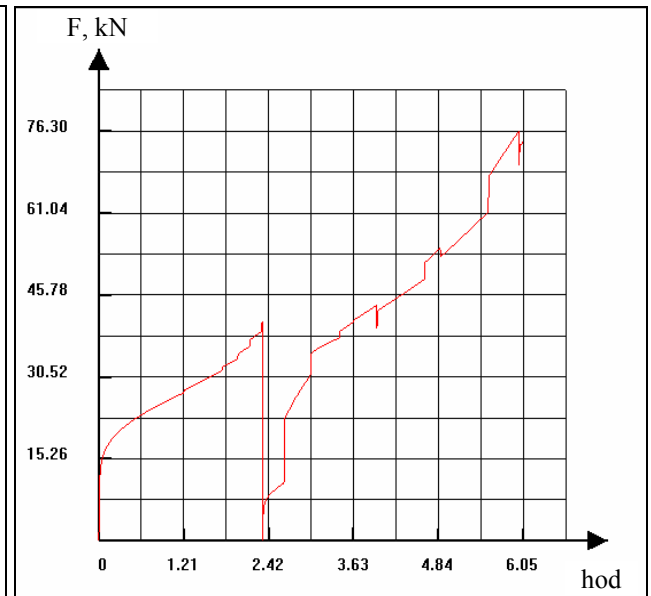
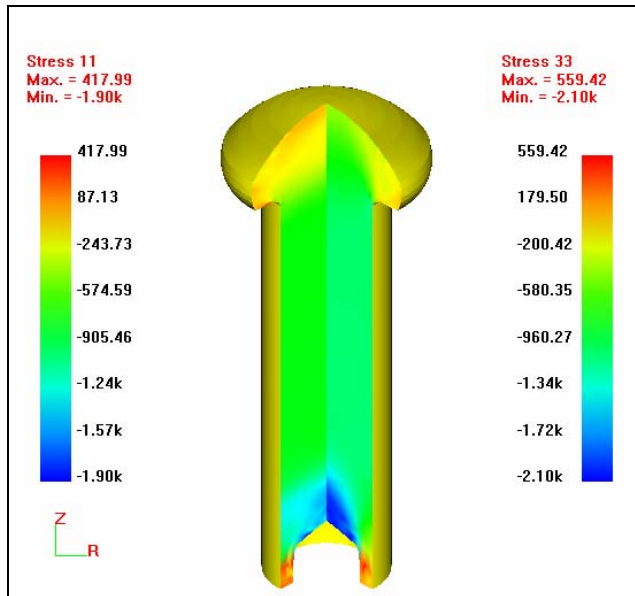
Saglasno pretpostavci da samo parcijalni delovi obratka učestvuju u plastičnom deformisanju, što je i dokazano prethodnom numeričkom simulacijom, eksperimentalna istraživanja su izvedena na uprošćenim modelima, koji su dovoljno reprezentativni za dvooperaciono oblikovanje glave zakovice i formiranje otvora na njenom dnu. U eksperimentalnim istraživanjima su prema tome potpuno razdvojeni procesi formiranja glave i proces suprotnosmernog istiskivanja za formiranje otvora. Geometrija uprošćenih modela prikazana je na slici 10(a), a na slici 10(b) izgled obratka u odgovarajućim fazama procesa.

Procena plastičnog tečenja materijala u numeričkoj simulaciji verifikovana je fizičkim modelima. Pri istim hodovima pritiskivača dobijaju se slični geometrijski oblici obratka po fazama procesa.



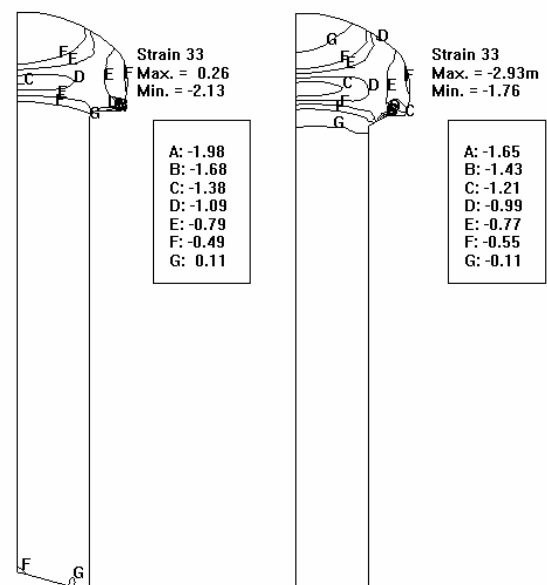
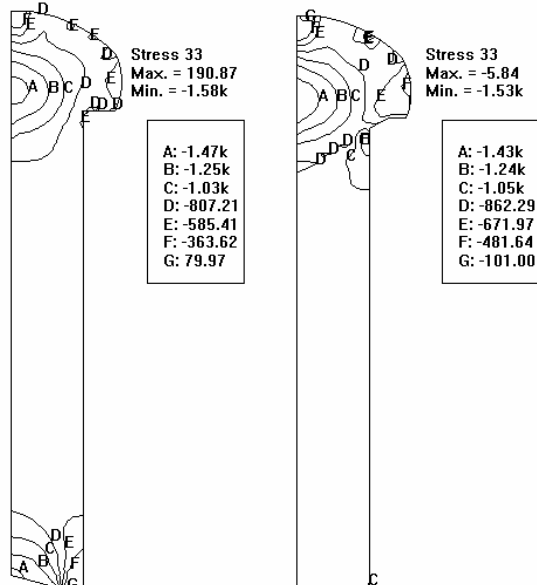
Slika 5-Naponske komponente na kraju prve operacije

Slika 6-Naponske komponente u drugoj operaciji



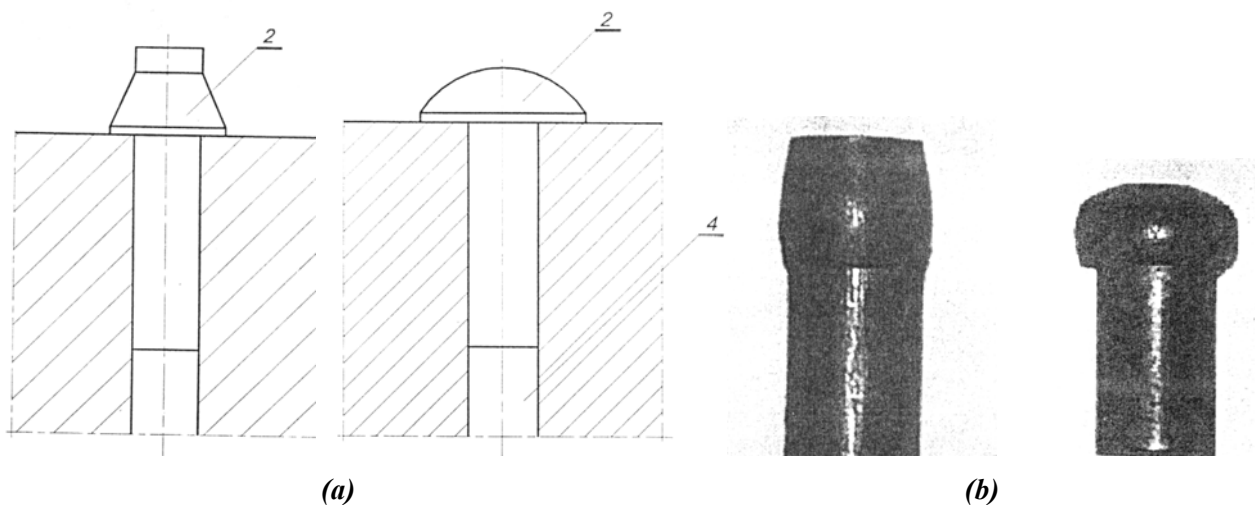
Slika 7-Naponske komponente na kraju procesa

Slika 8-Dijagram deformacione sile (formir. glave)

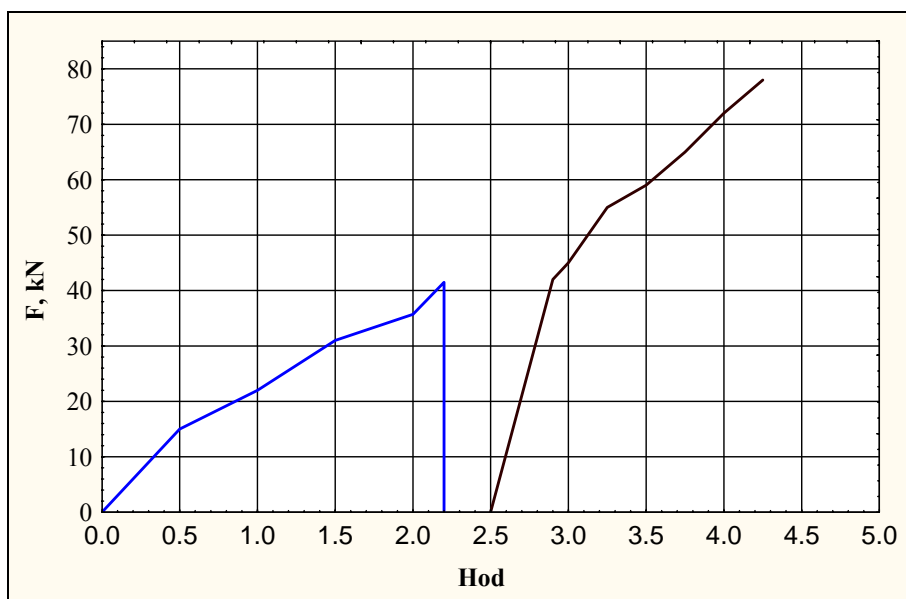


Slika 9 - Upoređenje distribucija aksijalnog napona i aksijalne deformacije u numeričkim modelima (levo-proces istovremenog formiranja glave i otvora, desno-parcijalni procesi)

U toku eksperimentalnih oblikovanja registrovana je deformaciona sila. Na slici 11 prikazan je dijagram deformacione sile u prvoj operaciji formiranja konusne glave zakovice, i u drugoj operaciji, odnosno u fazi formiranja sferne glave. Maksimalna deformaciona sila registrovana u eksperimentu, u prvoj operaciji je 41.5kN, dok je numerički procenjena sila 39kN. U drugoj fazi formiranja sferne glave, eksperimentalno registrovana sila je 77.30kN, dok je numerički procenjena sila 76.30kN. Postojeće razlike u eksperimentalnim i numerički procenjenim silama su prihvatljive (<10%).



Slika 10 - Uprošćeni modeli eksperimentalnih istraživanja: (a) geometrija (b) obradak u fazama procesa



Slika 11-Dijagram eksperimentalne deformacione sile u toku prve i druge operacije formiranja glave zakovice

4. ZAKLJUČCI

U radu su prikazani rezultati numeričke simulacije procesa višefaznog oblikovanja zabušene zakovice, za koje je karakteristično istovremeno plastično deformisanje materijala u potpuno odvojenim deformacionim zonama glave i stuba zakovice. Prikazani rezultati su potvrdili hipotezu o podeli procesa višefaznog oblikovanja na uprošćene modele. Svi numerički rezultati su verifikovani eksperimentalno. Upoređenje dijagrama eksperimentalno registrovane deformacione sile i numerički procenjene daje zadovoljavajuću podudarnost. Značaj dobijenih rezultata se ogleda u činjenici da se preko numeričkih, virtuelnih modela, mogu istražiti i drugi slični procesi, a dobijeni rezultati verifikovati eksperimentalno preko uprošćenih modela.

5. LITERATURA

- [1] D. Kecman, Prilog istraživanju naponsko deformacionog stanja, tečenja metala i parametara procesa kod hladnog višefaznog oblikovanja aksijalno simetričnih obradaka, Magistrski rad, 2002, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sad.
- [2] G. Navrockogo, Holodnaja objomnaja šampovka, Mašinsotroenie, Moskva, 1973.
- [3] Y.H.Song, Y.T.Im, Expert system for the process sequence design of a ball stud, Jour. of Mater. Proc. Tech., 89-90 (1999), 72-78.
- [4] Y.T.Im, A computer-aided-design system for forming processes, Jour. of Mater. Proc. Tech, 89-90 (1999), pp. 1-7.
- [5] V. Mandić, Fizičko modeliranje i numerička simulacija kao osnova novog kocepta projektovanja alata za toplu zapreminsku obradu, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2002.
- [6] V. Mandić, M.Stefanović, Forging Preform Design Using FEM simulation, Conf. Manufacturing and Management in 21st century, Ohrid 2004, Proceed. pp. 290-298.S.
- [7] M. Plančak, D.Vilotić, M. Stefanović, M. Milutinović, V. Mandić, Cold Indenting -UBET Analysis, FE Simulation and Experimental Verification, The 10th International Conference Metal Forming 2004, Krakow, 2004.
- [8] V. Mandić, M. Živković, S. Vulović, T. Marinković, FEM Analysis for the Extrusion Process of Tubes using Porthole Dies, Journal for Technlogy of Plasticity, Novi Sad, 2004, vol.29, No ½, pp. 35-43.

COLD MULTY STAGE BULK FORMING FOR AXI-SYMMETRIC WORKPIECES - FEM SIMULATION AND EXPERIMENTAL VERIFICATION

Abstract: In this paper process of multy stage bulk forming of drilled rivet manufacturing of steel C0247 has been analysed. For that purpose numerical FEM simulation of process was performed, whereby distributions of strain, stress and velocity were obtained, as well as load diagram for two stages of process. According to assumption that plastic deformation realized in some particular workpiece zones, series of experimental research were carried out using simple models. Results of numerical simulation were confirmed entirely by experimental investigations.

Prof dr Dobrila Škatarić, Prof dr Ilija Krivošić*

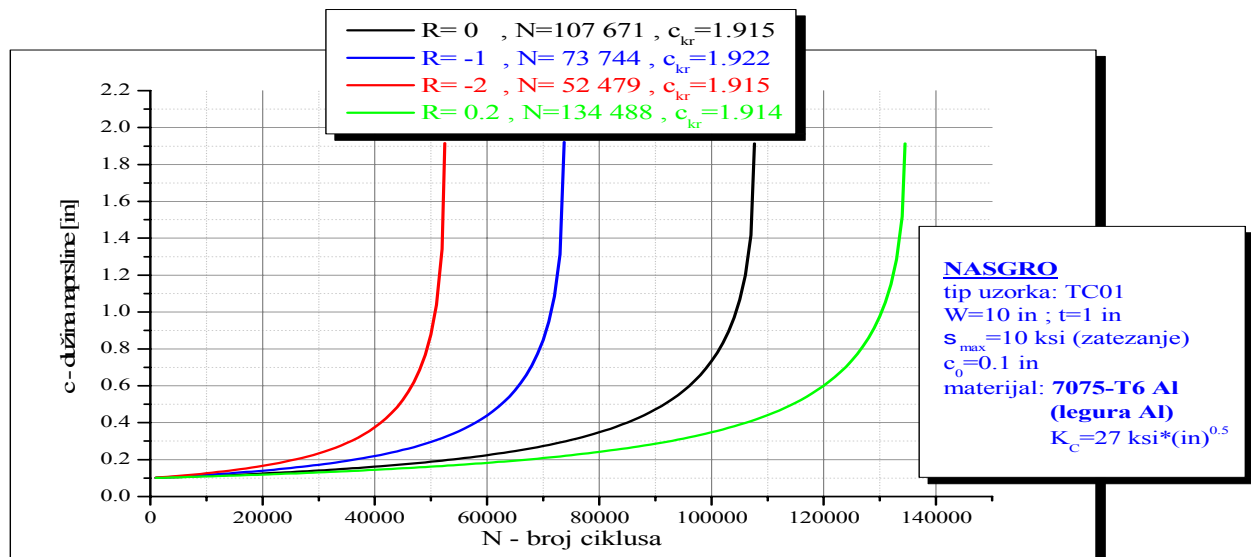
ANALIZA RASTA NAPRSLINE NA OJAČANOJ STRUKTURI SA TANKIM ZIDOVIMA KOMBINOVANOM PRIMENOM PAKETA NASGRO 3.0 i FRANC 3D

Kratak sadržaj rada

U radu je izvršena modifikacija programskog paketa NASGRO za primene na analizu oštećenja na tankozidnim konstrukcijama sa ojačanjima. Dobijeni rezultati su upoređeni sa odgovarajućim rezultatima programskog paketa FRANC 3D koji ima slabije performanse ali u svojoj opciji može da analizira tankozidne noseće strukture sa ojačanjima. Poređenjem rezultata proračuna u dva različita software-ska paketa: NASGRO i FRANC 3D postignuta su zadovoljavajuća poklapanja rezultata proračuna

Tvorac programa NASGRO 3.0 je NASA, koja se bavi istraživanjima u oblasti vazduhoplovstva, obuhvatajući i svemirska ispitivanja. Pomenuti program je razvijen u cilju dobijanja podataka na bazi matematičkog modela proučavanog problema, a odnosi se na aspekt nastanka loma strukture. Pri tome se posebna pažnja posvećuje proračunima pojave i daljeg širenja naprsline, nastale pod dejstvom dinamički promenljivog opterećenja.

NASGRO predstavlja kompilaciju programa , NASFLA, NASBEM i NASMAT Najčešće korišćeni potprogram je NASFLA i to opcija za proračun nastanka i rasta naprsline u strukturi, kao i proračun radnog veka.



Sl.1.Zavisnost veličine naprsline u funkciji od broja ciklusa

Rešenja su uvek data u obliku zavisnost dužine naprsline u funkciji od primenjenog broja ciklusa opterećenja.(SL.1.)

* Mašinski fakultet u Beogradu

Generalno program NASGRO nije koncipiran za analizu širenja zamornog oštećenja ojačanih tankozidnih konstrukcija. U ovom radu je izvršena njegova modifikacija za primene na analizu oštećenja na tankozidnim konstrukcijama sa ojačanjima.

Dobijeni rezultati su upoređeni sa odgovarajućim rezultatima programskog paketa FRANC 3D koji ima slabije performanse ali u svojoj opciji može da analizira noseće strukture sa tankim zidovima sa ojačanjima.

Program *FRANC 3D version 2.0* je zasnovan na konceptu teorije mehanike loma i koristi se:

- za analizu naponsko-deformacionog stanja strukture pod dejstvom statičkog opterećenja;
- za proračun radnog veka strukture izložene dejstvu dinamički promenljivog opterećenja.

Kao ulazni podaci proračuna definišu se:

-geometrija dela – geometrija se uvozi iz programa koji je isključivo namenjen za modeliranje: *OSM* ili već neki od poznatijih programa (*IDEAS, ANSYS, NASTRAN, PATRAN*).

-Karakteristike materijala:

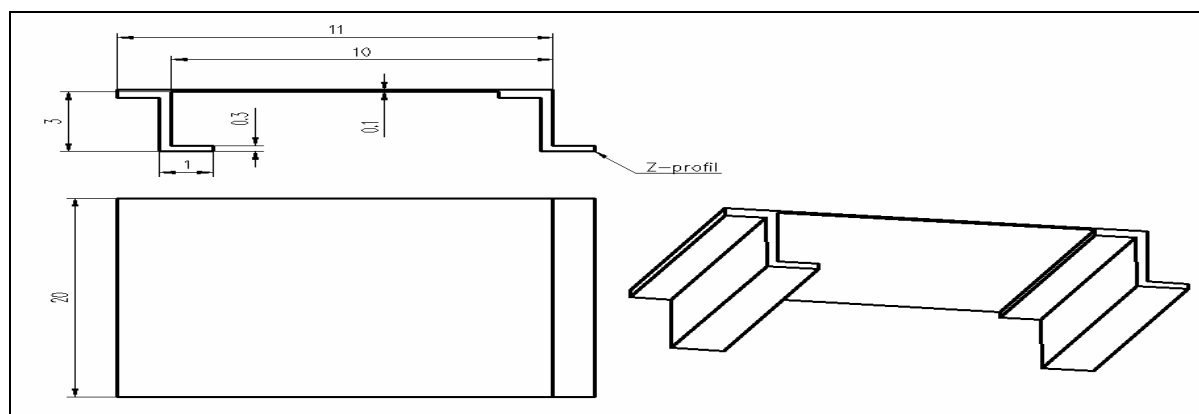
-Tip i veličina inicijalne naprsline - tipovi naprslina su dati u okviru *FRANC*-a.

-Granični uslovi: ograničenja i opterećenja.

Na osnovu definisane geometrije elementa konstrukcije i naprsline generiše se mreža konačnih elementa (automatski ili manuelno). Pri tome korisnik bira tip konačnog elementa: trougaoni ili četvorougao.

Kao primer ojačane tankozide strukture izabrana je ploča ojačana *Z*-uzdužnicima.

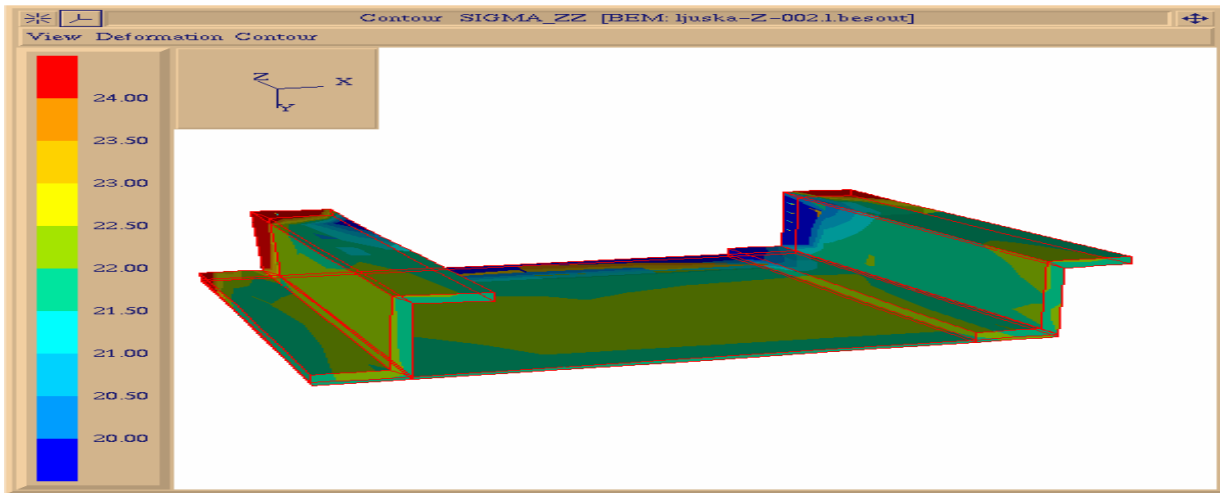
Dimenzije uzorka su date na slici sl.2.



Sl.2. Tankozida ploča ojačana *Z*-uzdužnicima

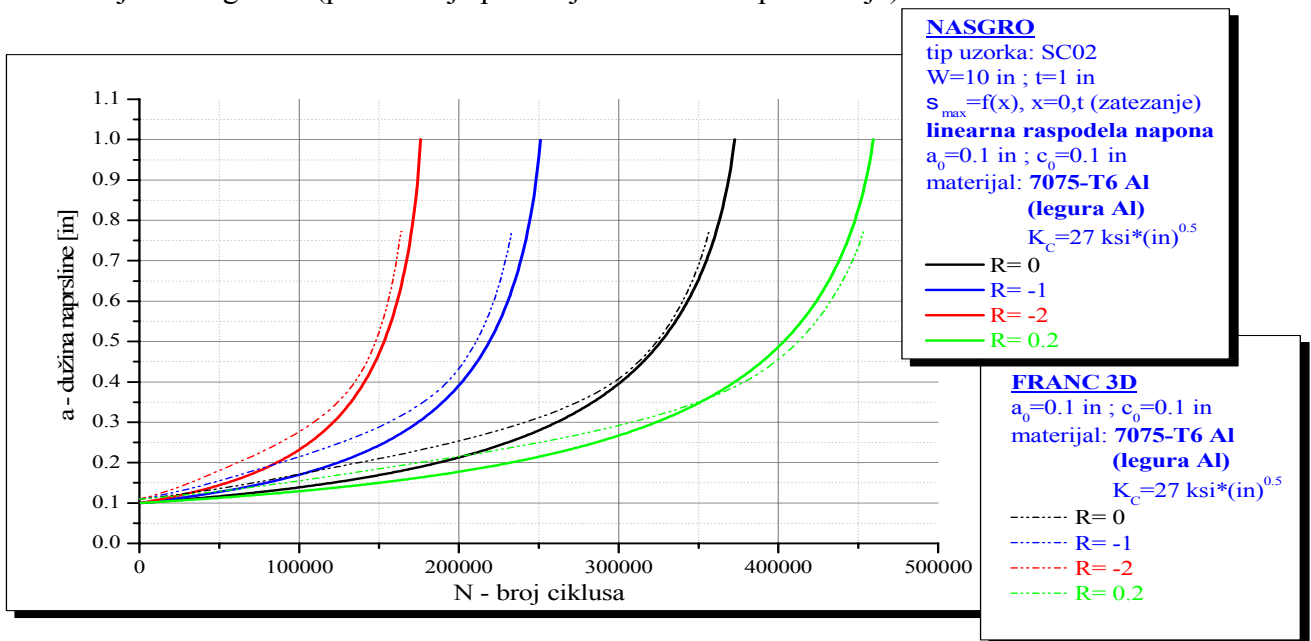
Ploča je opterećena na zatezanje, pri čemu je nominalni napon: $\sigma_{max} = 22 \text{ ksi}$;

za veličine inicijalne naprsline (eliptičkog oblika) su usvojene sledeće vrednosti: $a_0 = 0.01 \text{ in}$ i $c_0 = 0.05 \text{ in}$, pri čemu je pravac pružanja naprsline upravan na podužnu osu uzdužnika. Prednost *FRANC 3D* programa u odnosu na *NASGRO* je u tome što se kod programa *NASGRO* analiza ograničava samo na već poznate geometrije uzorka (iz postojeće baze podataka). Kod programa *FRANC* se javlja mogućnost modeliranja novih geometrija uzorka. Programski paket *NASGRO* je, međutim, znatno jednostavniji za upotrebu. Pošto je tema ovog rada analiza nastanka i rasta naprsline u ojačanim tankozidnim strukturama, koje nisu zastupljene u postojećoj *NASGRO* bazi, proračun će biti izveden u više faza:



Sl.3. Analiza naponsko-deformacionog stanja u modelu tankozide ploča ojačane Z –uzdužnicima

- I:** određivanje naponsko-deformacionog stanja u tankoj ploči pod dejstvom statičkog zateznog opterećenja u programu *FRANC 3D*. Poređenje sa raspodelom napona po dužini ploče u odnosu na pretpostavke *NASGRO* programa.
- II:** Određivanje promene maksimalne vrednosti faktora intenziteta napona na vrhu naprsline dobijenih na bazi dva različita *software*-ska paketa.
- III:** Određivanje radnog veka konstrukcije i poređenje sa programom *NASGRO*.
- IV:** Proračun ojačane ploče: naponsko-deformaciono stanje (statički slučaj opterećenja) i određivanje radnog veka (preko broja primenjenih ciklusa opterećenja).



Sl.4. Uporedni prikaz rasta naprsline u strukturi na bazi programa NASGRO i FRANC 3D

Nedostatak programa je što je modeliranje u okviru ponuđenog programa *OSM* prilično nekonformno. Rezultati proračuna u znatnoj meri zavise od tipa generisane mreže, kao posledica činjenice da je proračun baziran na konceptu MKE. Međutim, iskustvo pri modeliranju i manuelnom kontruisanju mreže vodi ka dobijanju konvergentnog rešenja, sa dovoljnom tačnošću. Na sledećem dijagramu (Sl.4.) dat je uporedni prikaz rezultata dva različita *software*-ska paketa: *NASGRO* i *FRANC 3D*, odnosno data je zavisnost veličine naprsline-*a* u funkciji od broja primenjenog opterećenja-*N*.

Zaključak:

Program NASGRO nije koncipiran za analizu širenja zamornog oštećenja ojačanih tankozidnih konstrukcija. U ovom radu je izvršena njegova modifikacija za primene na analizu oštećenja na tankozidnim konstrukcijama sa ojačanjima. Poređenjem rezultata proračuna u dva različita *software*-ska paketa: *NASGRO* i *FRANC 3D* dolazimo do sledećih zaključaka:

- Postignuta je zadovoljavajuća tačnost poklapanja rezultata proračuna (radni vek konstrukcije prikazan posredstvom broja primenjenih ciklusa opterećenja- N);
- U programu *NASGRO* nije moguće odrediti radni vek ojačane konstrukcije, ovu analizu je sada moguće izvršiti u programu *FRANC 3D*.

Literatura:

- 1.Swift, T „Fatigue damage tolerance and fail – safe design” Ottawa,Canada 1987
- 2.Newman,J.C. “Advances in fatigue and fracture mechanics analysis for metallic aircraft structures,EMAS Ltd.1997
- 3.David Broke “The practical use of fracture mechanics” Galena,OH,USA 1989
- 4.FATIGUE CRACK GROWTH COMPUTER PROGRAM „NASGRO” VERSION 3.0 Reference Manual NASA Houston,2002.

Prof dr Ilija Krivošić, Prof dr Dobrila Škatarić*

MOGUĆNOSTI USPORAVANJA RASTA NAPRSLINE NA VAZDUHOPLOVNOJ STRUKTURI

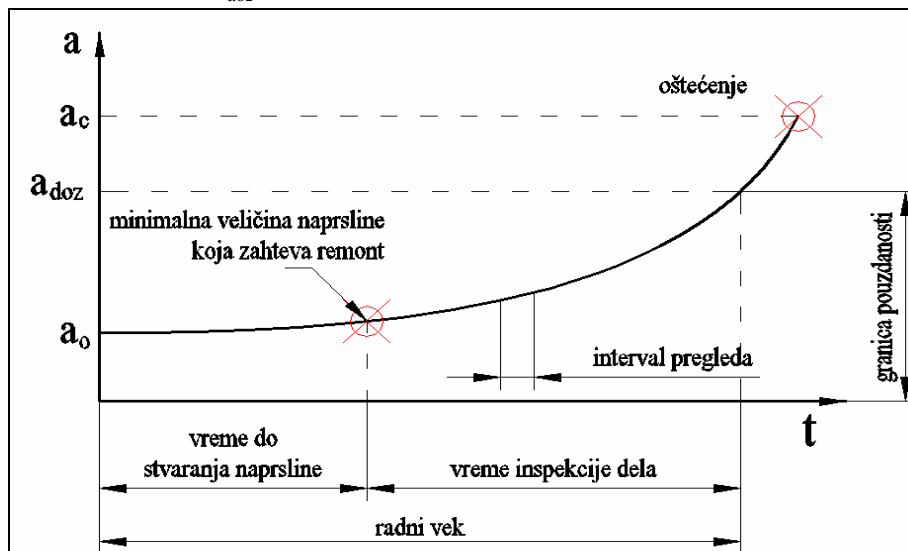
Kratak sadržaj rada

U radu se analiziraju mogućnosti usporavanja rasta naprslina u realnoj vazduhoplovnoj konstrukciji. Ukazuje se na veliki uticaj odnosa i redosleda ciklusa opterećenja sa višim i nižim vrednostima intenziteta pozitivnog napona (zatezanje). Zaključuje se, da ukoliko se deo prvo izloži dejstvu opterećenja manjeg intenziteta (manja amplituda napona), a potom na njega dejstvuje opterećenje većeg intenziteta dolazi do pojave usporavanja rasta naprslina. Ovaj fenomen može biti iskorišćen za veštačko produženje veka konstrukcije.

Veličina inicijalne naprslina- a_0 (naprslina koja postoji u strukturi pre njenog uvođenja u eksploataciju) se određuje na više načina:

- NDE-nedestruktivna metoda;
- jednosmernom strujom;
- penetracijom;
- magnetnom metodom;
- radiografski;
- ultrazvučno.

Kritična veličina naprslina- a_c se određuje na osnovu primenjenog napona- σ i žilavosti loma- K_{IC} . Dozvoljena veličina naprslina se određuje deljenjem kritične veličine naprslina- a_c koeficijentom sigurnosti. Radni vek letelice bi se potom proračunao na osnovu vremena koje je potrebno da inicijalna naprslina- a_0 poraste do dozvoljene vrednosti- a_{doz} , pri primenjenom spektru opterećenja (sl.1.).



Sl.1. Određivanje radnog veka letelice

Najvažniji faktori za određivanje parametara naprslina predstavljaju veličine: ΔK i R . Treba napomenuti to da se prilikom rasta naprslina menja i faktor intenziteta napona- K_I , odnosno opseg intenziteta napona- ΔK , dok odnos R ostaje konstantan za dato opterećenje.

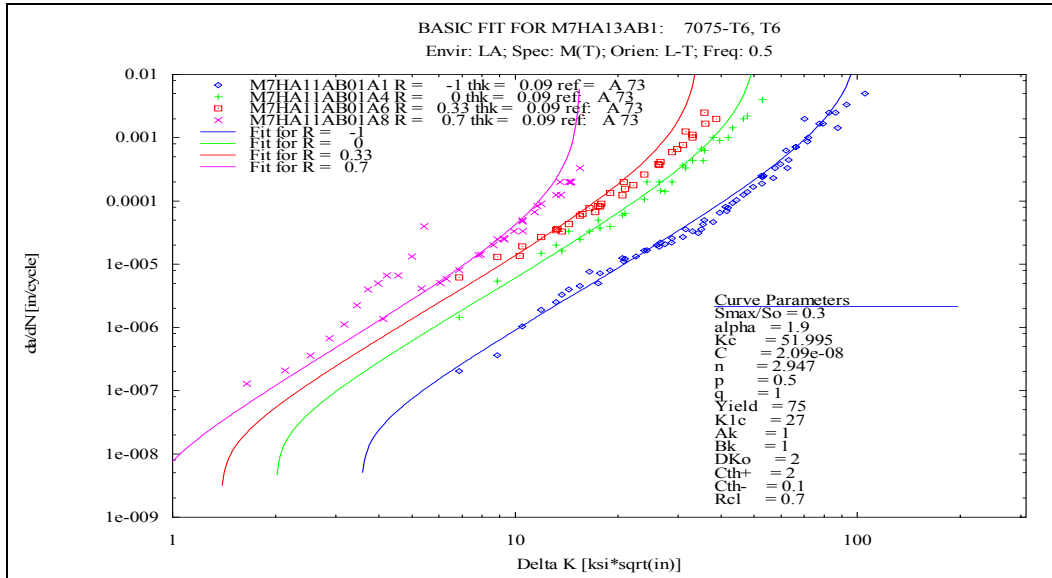
* Mašinski fakultet u Beogradu

Najjednostavnije analitičko rešenje je dao *Paris*, za slučaj opterećenja $R = 0$:

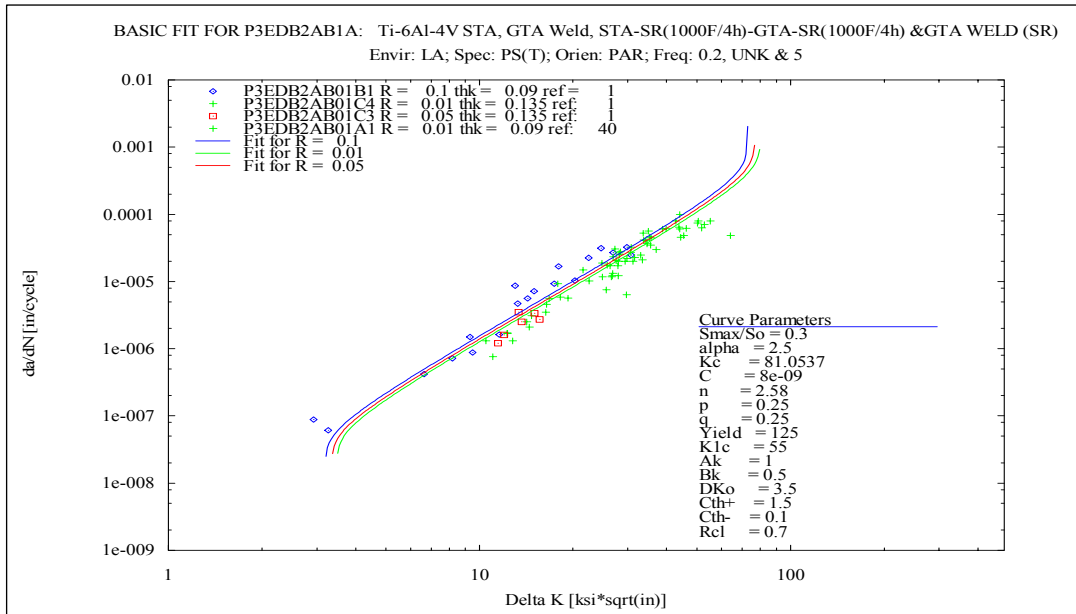
$$\frac{da}{dN} = C\Delta K^n$$

Kompletnija rešenja su dali *Forman*, *Newman* i *de Koning* u sledećem obliku:

$$\frac{da}{dN} = \frac{C\Delta K^n}{(1-R)K_{IC} - \Delta K} = \frac{C\Delta K^n}{(1-R)(K_{IC} - K_{max})}$$



Sl.2. Zavisnost $\frac{da}{dN}$ od ΔK za leguru aluminijuma: 7075-T6 Al



Sl.3. Zavisnost $\frac{da}{dN}$ od ΔK za leguru titanijuma: Ti-6Al-4V

Preciznije rešenje bi glasilo:

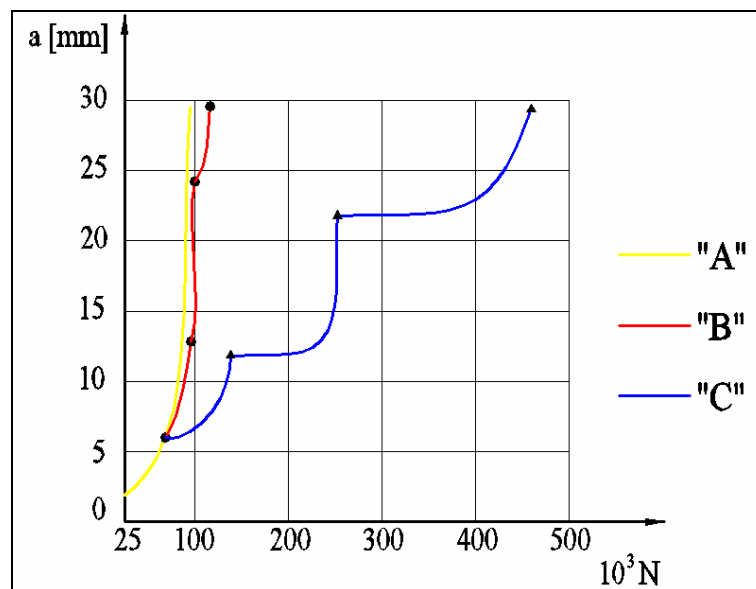
$$\log_{10} \frac{da}{dN} = C_1 + C_2 \operatorname{arctg} \frac{\left\{ \frac{K_C K_{TH}}{\left[K_{max} (1-R)^m \right]^2} \right\}}{\log_{10} \left(\frac{K_C}{K_{TH}} \right)}$$

Još jedan oblik analitičkog rešenja (*NASGRO*), predstavlja najpribližniju aproksimaciju eksperimentalno dobijenih vrednosti matematičkom funkcijom:

$$\frac{da}{dN} = \frac{C(1-f)^n \Delta K^n \left(1 - \frac{\Delta K_{TH}}{\Delta K} \right)^p}{(1-R)^n \left(1 - \frac{\Delta K}{(1-R)K_C} \right)^q}$$

Na slikama Sl.2. i Sl.3. dati su dijagrami $\frac{da}{dN} = f(\Delta K, R)$ za materijale: legura aluminijuma(7075-T6 Al) i legura titanijuma (Ti-6Al-4V).

Veliki uticaj na rast naprsline ima međusobni uticaj ciklusa sa višim i nižim vrednostima intenziteta pozitivnog opterećenja (zatezanje). Ako se deo prvo izloži dejstvu opterećenja manjeg intenziteta (manja amplituda napona), a potom na njega dejstvuje opterećenje većeg intenziteta, dolazi do pojave redukcije rasta naprsline. Ovaj fenomen se naziva usporavanje.



Sl.4. Uticaj redosleda i intenziteta opterećenja na radni vek

Na slici Sl.4. dati su rezultati ispitivanja legure aluminijuma 2024-T3 na uzorku sa centralnom naprslinom. Kriva "A" predstavlja rezultat vešekratnog opterećivanja uzorka pozitivnim opterećenjem konstantne amplitude. Kod krive "B" povremeno su ubacivani pojedinačni ciklusi visoke amplitude. Posle svakog od ovih predopterećenja rast naprsline se usporava, ali samo za određeni broj narednih ciklusa, nakon čega se ponovo uspostavlja uobičajeni gradijent rasta.

Usporavanje rasta naprsline je rezultat zaostalih pritiskujućih (negativnih) napona koji nastaju u okolini vrha naprsline. Pri zatezanju u blizini vrha naprsline stvara se lokalna plastična zona sa trajnim

deformacijama. Prilikom rasterećenja (opterećenje manjih amplituda), preostali materijal se vraća u nedeformisano stanje. Samim tim vrši pritisak na plastično deformisanu zonu i na taj način indukuje pojavu zaostalih pritisnih (negativnih) napona. Pri daljem dejstvu zateznog (pozitivnog) opterećenja niže amplitude, ciklični naponi se superponiraju sa zaostalim pritisnim (negativnim) naponima, te dolazi do pojave usporavanja ili čak zaustavljanja širenja naprsline. Sa povećanjem broja ciklusa zateznog opterećenja, rast naprsline biva sve intenzivniji, sve dok se gradijent rasta ne izjednači sa standardnim gradijentom pri tom stepenu opterećenja.

U slučaju kombinovanja pozitivnog i negativnog opterećenja, ovo usporenje rasta je manje intenzivno. Uzrok ovoj pojavi je nastanak tzv. uzvratnih plastičnih deformacija u okolini vrha naprsline. Ako se deo optereti prvo zateznim, a potom pritisnim opterećenjem, u okolini vrha naprsline prvo nastaju trajne plastične deformacije sa pojavom zaostalih pritisnih napona. Njihovim superponiranjem sa pritisnim naponom postiže se negativan efekat, tako da se ubrzava rast naprsline (kriva "C").

U slučaju spektra opterećenja letelica, koji je slučajnog karaktera, maksimalni pozitivni (zatezni) naponi pri nižim vrednostima amplitude, utiču na usporavanje rasta naprsline. Dakle, negativni (pritisni) naponi pospešuju rast naprsline.

Matematički model koji daje objašnjenje ove pojave, definisao je *Wheeler* uvođenjem tzv. redukcionog faktora rasta naprsline- C_p :

$$\left(\frac{da}{dN} \right)_r = C_p \cdot f(\Delta K) \quad (3.20)$$

Elementi strukture čiji otkaz može dovesti čak i do gubitka letelice se nazivaju kritičnim elementima. Dakle, prilikom inspekcije konstrukcije, bitno je izvršiti detaljan pregled svih elemenata koji su bitni sa aspekta funkcionalnosti letelice. U tzv. kritične elemente, odnosno podsklopove konstrukcije, ubrajaju se sistemi koji su značajni: pri letu (krmilo visine i širine, eleroni); pri poletanju, odnosno sletanju (stajni trap, zakrilca); elementi koji trpe presurizaciju (oplata kabinskog prostora).

Zaključak:

Pri eksploataciji letelice javljaju se mnogi negativni efekti, čiji uticaj nije unapred uzet u obzir pri proračunu. Naročito je potrebno obratiti pažnju na delove koji trpe veća opterećenja, već i one koji su izloženi većem broju ciklusa opterećenja. Ova opterećenja su manjeg intenziteta, ali velikog odnosa napona- R i mogu ubrzano dovesti do loma strukture odmah po nastanku naprsline. Usporavanje rasta naprsline je rezultat zaostalih pritiskujućih (negativnih) napona koji nastaju u okolini vrha naprsline. Pri zatezanju u blizini vrha naprsline stvara se lokalna plastična zona sa trajnim deformacijama. pažnja se poklanja inspekciji delova konstrukcije koji su izrađeni od materijala lošijih karakteristika, sa aspekta zamora, veliki gradijent promene dužine naprsline u funkciji od broja ciklusa opterećenja kao i niska vrednost žilavosti.

Literatura:

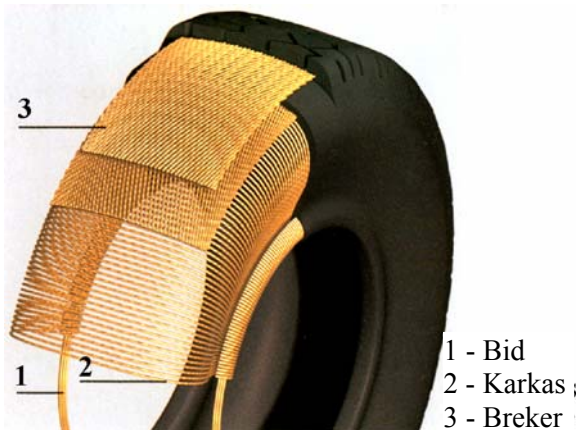
1. FATIGUE CRACK GROWTH COMPUTER PROGRAM „NASGRO” VERSION 3.0 Reference Manual NASA Houston,2002.
2. Swift, T „Fatigue damage tolerance and fail – safe design” Ottawa,Canada 1987
3. David Broke “The practical use of fracture mechanics” Galena,OH,USA 1989.
4. Mil-Hdbk-5G,Metallic materials and elements for aerospace vehicle structures,U.S.Department of defense,Novembar,1944.

Ž. Jakovljević, P. B. Petrović¹**IDENTIFIKACIJA PROFILA GUSTINE NITI PO POPREČNOM PRESEKU
TEKSTILNOG PLATNA PRIMENOM SENZORA VEŠTAČKOG GLEDANJA I
DISKRETNE VEJVLET TRANSFORMACIJE****Rezime**

U radu se izlažu osnove nove metode za praćenje stanja tekstilnog korda u fazi njegovog uvođenja u proces kalandriranja. Ova metoda je bazirana na primeni veštačkog gledanja i brzog algoritma za identifikaciju ivica niti primenom dvodimenzione diskretne vejvlet transformacije. Predložena metoda je eksperimentalno verifikovana na uzorku tekstilnog platna uzetog sa linije za kalandriranje. Dobijeni rezultati pokazuju zadovoljavajuća svojstva nove metode i njenu upotrebljivost u realnim uslovima za praćenje stanja ili upravljanje uvođenja tekstilnog korda u proces kalandriranja.

1. UVOD

Osnovni noseći element putničkih i teretnih pneumatika je metalni ili tekstilni kord oslojen gumenom smešom – gumirano metalkordno platno (GMP) ili gumirano tekstilno platno (GTP). Metalne ili tekstilne niti prenose radno opterećenje, a gumena smeša je punilac koji obezbeđuje njihovu potrebnu poziciju u prostoru i ukupnu geometriju pneumatika. Na slici 1.1. prikazan je primer rasporeda metalnih niti u jednom pneumatiku za teretna vozila (u ovom slučaju je primenjen samo metalni kord). Ravnomernost rasporeda niti, sila njihovog prednaprezanja i mehanička veza niti i gumene smeše je od suštinskog značaja za kvalitet konačnog proizvoda.



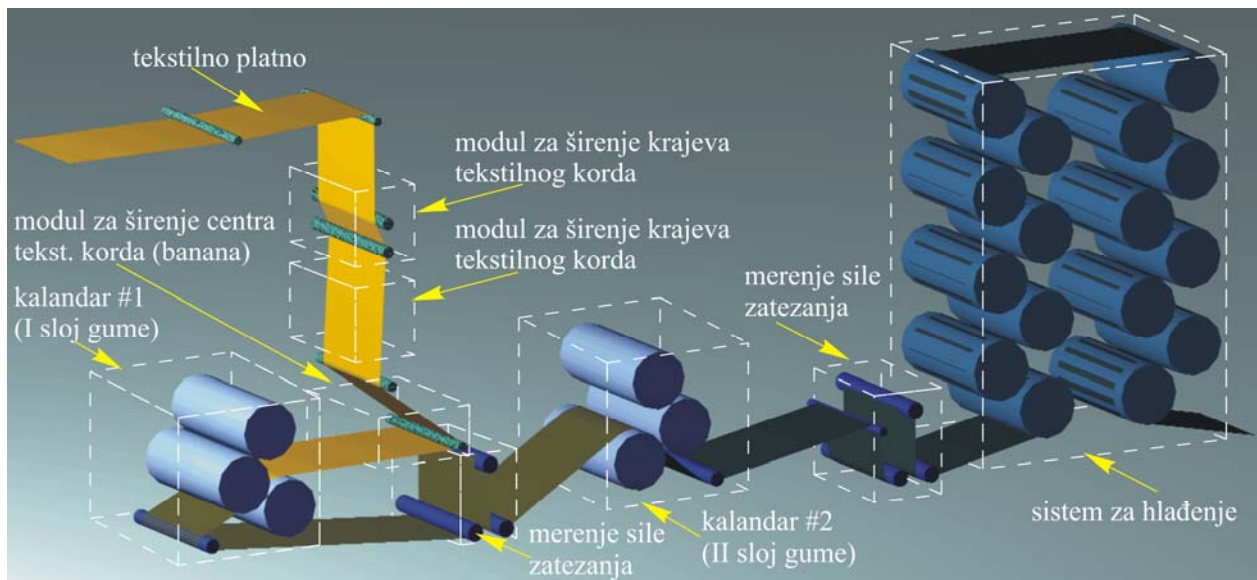
Slika 1.1. Primer lokacije metalkordnih niti (noseći kostur) u jednom teretnom pneumatiku.

Proizvodnja GMP i GTP se ostvaruje tehnologijom kalandriranja, gde se metalni kord ili tekstilno platno uvodi u kalendar, najčešće četvorovaljačni kalendar S konfiguracije, na kome se formiraju dva sloja gumene smeše, koja se zatim, postupkom frikcije i valjanjem utiskuju u metalni kord ili tekstilno platno. Na slici 1.2. je prikazan tok kalandriranja GTP na primeru linije LPK-80-1800, ruske proizvodnje, koja je bazirana na dva trovaljačna kalendar. Uvođenje tekstilnog korda u proces zahteva njegovo centriranje,

održavanje zadate širine i ravnomerno raspodeljivanje tekstilnih niti po širini. Za razliku od metalnog korda gde se svaka nit uvodi posebno u proces, tekstilni kord se uvodi u formi tekstilnog platna – podužne niti su protkane poprečnim nitima, čija je funkcija da obezbede osnovnu teksturu jednog ovakvog sklopa. Deformabilnost poprečnih tekstilnih niti onemogućava precizno održavanje zahtevane/polazne geometrije tekstilnog platna i zato se na ulazu u kalendar, neposredno pre oslojavanja gumom, sprovode određene korektivne funkcije posebnim uređajima, kako je to prikazano na slici 1.2.

Sem detekcije položaja ivica tekstilnog platna primenom kontaktnih senzora, kod konvencionalnih sistema za uvođenje tekstilnog platna u proces, sve korektivne akcije pojedinih mehanizama za centriranje i širenje platna se ostvaruju apriorno, prateći opšte tendencije/pravila koja su vremenom uočena da postoje u ovom procesu. U okviru ovog rada izlaže se novi pristup identifikaciji procesnih parametara tekstilnog korda baziran na praćenju rasporeda niti u realnom vremenu. Funkcija praćenja rasporeda niti bazira se na primeni senzora veštačkog gledanja i kontinualnog poprečnog skeniranja tekstilnog platna.

¹ Mr Živana Jakovljević, dipl.ing.maš. Mašinski fakultet u Beogradu, e-mail: zjakovljevic@mas.bg.ac.yu
Prof. dr Petar B. Petrović, dipl.ing.maš. Mašinski fakultet u Beogradu, e-mail: pbpetrovic@mas.bg.ac.yu

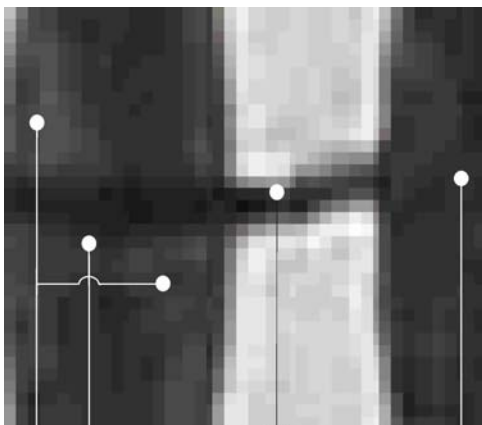


Slika 1.2. Primer linije za kalandriranje tekstilnog korda sa prikazom toka uvođenja tekstilnog platna u proces

2. TEKSTILNO PLATNO



Slika 2.1. Izgled tekstilnog platna



Slika 2.2. Detalj ukrštanja podužnih i poprečnih niti

Izgled tekstilnog platna na ulasku u kalendar prikazan je na slici 2.1. Ono se sastoji iz gusto raspoređenih podužnih niti (po pravilu 1000 niti na 1 metar širine), utkanih sa relativno retkim poprečnim nitima. Usled neravnomernog zatezanja platna i frikcionog momenta duž transportnih valjaka, dolazi do gubitka položaja podužnih niti, tako da se ona nagomilavaju ili razređuju na pojedinim delovima platna, a u ekstremnim slučajevima dobijaju slučajan krivolinijski oblik. Iz istog razloga, samo izraženije, poprečne niti takođe gube svoj položaj i dobijaju promenljivi krivolinijski oblik i zakošen položaj.

Kako bi se izvršila kontrola međusobnog rastojanja podužnih niti i njihove orijentacije u odnosu na podužnu osu tekstilnog platna, neophodno ih je pre toga identifikovati (razdvojiti svaku pojedinačnu nit) na statičkoj sceni. Za to je dovoljno odrediti njihove leve ili desne ivice. Algoritam za identifikaciju vertikalnih ivica u prisustvu horizontalnih sa kojima su isprepletane i to u realnim uslovima u kojima je prisutan granični šum na ivicama (vidi sliku 2.2.) nije jednostavan i ne može biti zasnovan na jednostavnoj metodi pragovanja. Dodatni problem pri tom predstavlja tekstura niti koja se takođe uočava na slici 2.2. Niti tekstilnog korda su dobijene upređanjem manjih niti, koje su zatim impregnirane specijalnim materijama pomoću kojih se povećava adhezija gumene smeše. Pored makro teksture nastale kao posledica upređanja niti, prisutna su i pojedinačna vlakana koje izlaze van niti, kao i mikrotjestura sloja impregnacije.

Čak i kada bi se sve ivice na slici izdvojile, određivanje koja ivica pripada podužnoj, a koja poprečnoj niti, recimo metodom gradijenta, bi bilo izuzetno sporo sa aspekta primene u realnom vremenu, a pogotovu kada se ima u vidu broj niti.

Relativno nova tehnika koja daje brz jednoprolazni algoritam za detekciju i međusobno razdvajanje vertikalnih, horizontalnih i dijagonalnih ivica na slici je dvodimenziona diskretna vejtlet transformacija. Algoritam za identifikaciju profila gustine niti po poprečnom preseku tekstilnog platna koji se daje u ovom radu zasnovan je na ovoj transformaciji.

3. DVODIMENZIONA DISKRETNA VEJVLET TRANSFORMACIJA

Vejvlet transformacijom [1, 2] signal se prikazuje kao superpozicija elementarnih gradivnih blokova – vejvleta. Vejvleti predstavljaju funkcije koje se dobijaju transliranjem i dilatacijom (skaliranjem) jedne te iste funkcije koja se naziva majka vejvlet. Majka vejvleti, pa samim tim i na osnovu njih dobijeni vejvleti su neperiodične funkcije koje mogu biti različitih oblika – mogu biti definisani na konačnom intervalu i najčešće su nesimetrični. Kod diskretne vejvlet transformacije (Discrete Wavelet Transform - DWT) koraci dilatacije i translacije su diskretni i familija vejvleta zasnovana na istom majka vejvletu je data relacijom:

$$\psi_{m,n} = \psi(a_0^{-m/2}t - nb_0) \quad (1)$$

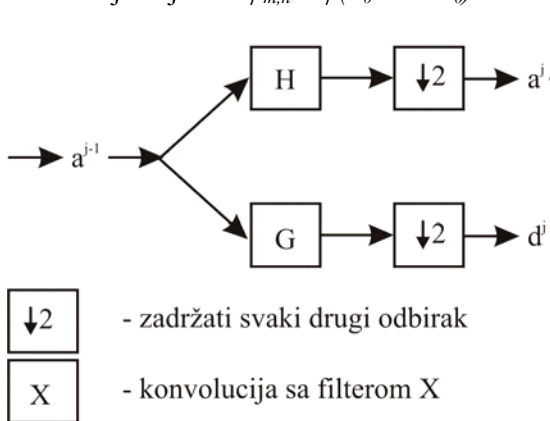
gde je ψ majka vejvlet, a_0 korak dilatacije, b_0 korak translacije, a parametri $m, n \in Z$. Kao što se vidi translacija i dilatacija majka vejvleta se vrši na taj način da se uski vejvleti visokih frekvenci transliraju kratkim, a široki vejvleti niskih frekvenci dugim koracima.

DWT se može matematički opisati kao:

$$T_{m,n} = \int f(t) a_0^{-m/2} \psi(a_0^{-m/2}t - nb_0) dt \quad (2)$$

Zahvaljujući načinu translacije i dilatacije majka vejvleta pri formiranju vejvleta, kao i definisanosti ovih funkcija na konačnom intervalu, DWT istovremeno ima dobra svojstva i vremenske i frekventne lokalizacije signala. Pored toga, pošto vejvleti mogu biti izrazito nesimetričnih oblika, DWT je izuzetno pogodna za detekciju naglih promena u signalu [3] i njihovu vremensku lokalizaciju u realnom vremenu

Pokazuje se [1, 2] da da bi prikaz funkcije kao superpozicije vejvleta bio jedinstven, neophodno je da familija vejvleta $\psi_{m,n} = \psi(a_0^{-m/2}t - nb_0)$ čini ortonormalni vejvlet bazis. Multirezolucijska analiza (MRA) [4]



koja je proistekla iz istraživanja u oblasti analize slike, daje pogodan način za formiranje ortonormalnih vejvlet bazisa kao i brze algoritme za izvođenje direktne i inverzne DWT.

Bez ulaženja u kompleksna izvođenja MRA [4] ovde se daju njeni osnovni rezultati. Ako je dat niz rezolucija $2^j, j \in (0, -\infty)$, svaki signal f se može prikazati kao suma njegove aproksimacije na rezoluciji $J - Af$ i detalja – $D_j f, j \in [1, J]$ koji su signalu oduzeti pri prelasku sa viših na niže rezolucije, tj:

$$f = A_J f + \sum_{j=1}^J D_j f = \sum_n a_n^J \phi_{J,n} + \sum_{j=1}^J \sum_n d_n^j \psi_{j,n} \quad (3)$$

Slika 3.1. Šema filtriranja za jednodimenzionu DWT

gde su a_n^J koeficijenti aproksimacije, a d_n^j koeficijenti detalja, $\{\psi_{j,n}, n \in Z\}$ su familije ortonormalnih vejvlet bazisa, a $\{\phi_{j,n}, n \in Z\}$ familije odgovarajućih ortonormalnih bazisa funkcija skaliranja. Koeficijenti a_n^J i d_n^j se dobijaju takozvanom šemom filtriranja-slika 3.1. Pri tom se vrednosti filtera H i G dobijaju na osnovu vejvleta ψ i odgovarajuće funkcije skaliranja ϕ .

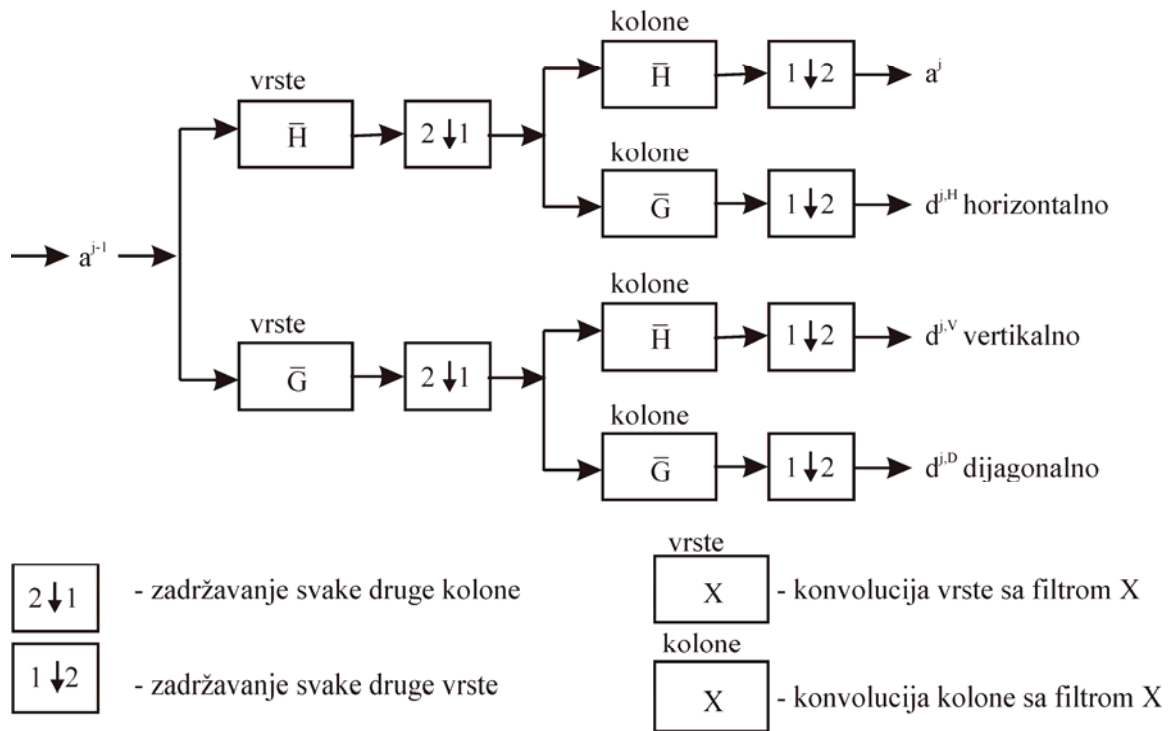
Kada se govori o signalu, najčešće se misli na fizičku veličinu koja zavisi od vremena. Međutim, pod signalom se u nauci i tehnici podrazumeva ne samo nosilac informacije o fizičkoj veličini koja zavisi od vremena, već i nosilac informacije o fizičkoj veličini koja zavisi od prostornih koordinata ili neke druge nezavisne promenljive. Tako se može govoriti i o naglim promenama u prostoru i njihovoj prostornoj lokalizaciji na isti način na koji se govori o naglim promenama u vremenu i njihovoj vremenskoj lokalizaciji.

Do sada je razmatrana primena vejvlet transformacije na jednodimenzionim signalima. Međutim, DWT se može primeniti i u analizi višedimenzionih signala. Slika se može posmatrati kao dvodimenzioni signal koji zavisi od prostornih koordinata. Analiza slike predstavlja već široko rasprostranjen metod za prikupljanje informacija u automatizovanim proizvodnim sistemima. Jedno od najznačajnijih pitanja u analizi slike je detekcija ivica objekata na sceni. Ivica se može posmatrati kao nagla promena u prostoru pa je i primena DWT u detekciji ivica na slici logična.

Digitalna slika je predstavljena matricom S dimenzija $m \times n$ gde je m broj vrsta, a n broj kolona. DWT digitalne slike se takođe izvodi pomoću šeme filtriranja i to kroz sledeća dva koraka [5]:

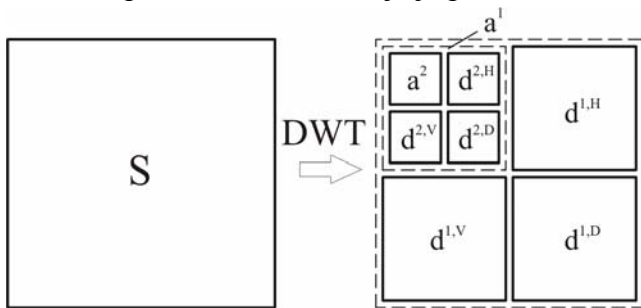
korak 1 Jednodimenziona vejvlet transformacija svake vrste matrice S .

korak 2 Jednodimenziona vejvlet transformacija kolona matrice izračunate u prethodnom koraku.



Slika 3.2. Šema filtriranja za dvodimenzionu DWT

Opisana šema filtriranja je prikazana na slici 3.2.



Slika 3.3 Vizuelizacija dvodimenzionu DWT

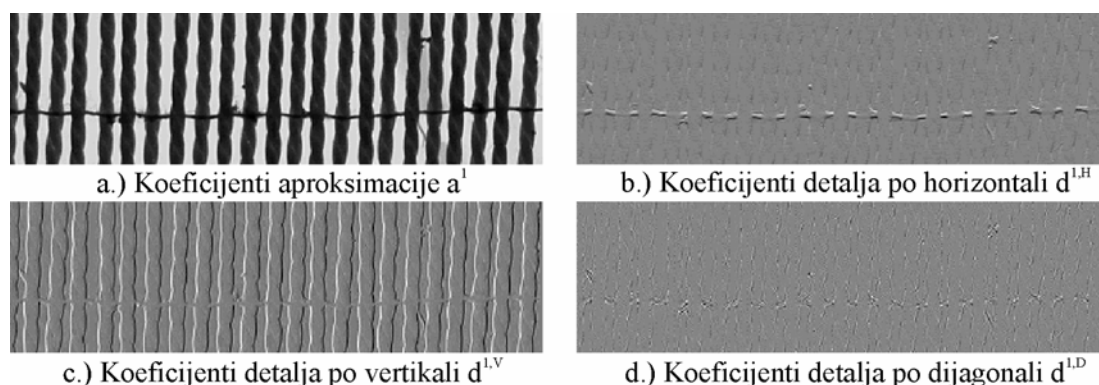
Njegova prednost u odnosu na klasične metode detekcije ivica naročito dolazi do izražaja kod slika intenziteta i slika u boji, a posebno kada se radi o slučajevima slika sa graničnim šumom.

Vejvlet transformacija na 2 nivoa slike S se može vizuelizovati na način prikazan na slici 3.3. Pri tom koeficijenti aproksimacije na prvom i drugom nivou transformacije - podslike a^1 i a^2 predstavljaju verziju početne slike na 2 i 4 puta nižim rezolucijama. Koeficijenti detalja dati matricama $d^{1,H}$, $d^{1,V}$ i $d^{1,D}$ nose izdvojene informacije o horizontalnim, vertikalnim i dijagonalnim ivicama na slici, respektivno. Ove matrice su 2^n (n je nivo transformacije) puta manjih dimenzija od originalne matrice slike i zahvaljujući tome dalja analiza ovih matrica ivica je brža što je izuzetno značajno sa aspekta primene u realnom vremenu.

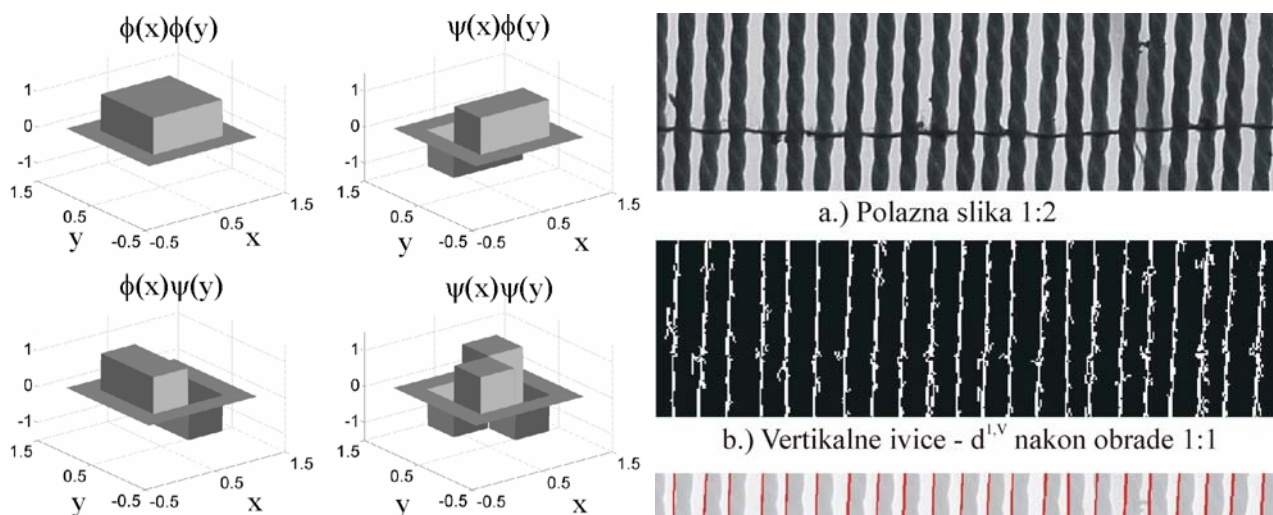
4. IDENTIFIKCIJA NITI

Na slici 4.1. prikazan je prvi nivo dvodimenzionu diskretne vejvlet transformacije pomoću vejvleta 'db1' jednog kadra tekstilnog platna. Vejvlet 'db1' čija je dvodimenziona verzija prikazana na slici 4.2. predstavlja prvi u nizu Daubechies familije vejvleta. On je poznat i pod nazivom 'Haar' vejvlet. Karakteriše ga definisanost na konačnom intervalu i izrazita nesimetričnost. Zahvaljujući ovim osobinama, pogodan je za detekciju i prostornu lokalizaciju signala. Pored toga, impulsni odzivi filtera H i G koji se koriste u algoritmima za izračunavanje DWT pomoću 'db1' vejvleta sadrže po dva člana, pa konvolucija sa filterima H i G [3] pri izračunavanju DWT zahteva mali broj operacija množenja i sabiranja, što je značajno za primenu u realnom vremenu.

Ukoliko se izvrši analiza slike 4.1. očigledno je da koeficijenti detalja po vertikali, horizontali i dijagonali imaju svoje maksimalne (najveće i najmanje vrednosti) na mestima horizontalnih i vertikalnih ivica. Dakle, kada su koeficijenti $d^{1,V}$ u pitanju, njihove maksimalne vrednosti – najsvetliji pikseli na slici



Slika 4.1. Dvodimenziona DWT polazne slike date na slici 3.3.a.



Slika 4.2. Dvodimenzioni 'db1' vejevlet

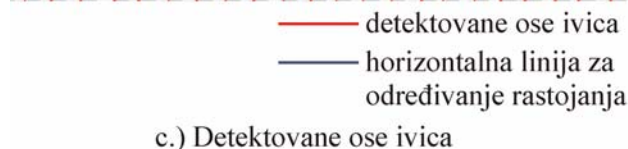
minimalne vrednosti – najtamniji pikseli na slici 4.1.c. odgovaraju desnim ivicama. Situacija je slična i kada su koeficijenti $d^{1,H}$ i gornje i donje ivice u pitanju. Ivice podužnih niti su prekinute na mestima njihovog ukrštanja sa poprečnim nitima, i obrnuto. Razlog je trivijalan - ivice na ovim mestima ne postoje, pa ne mogu ni biti detektovane.

Na osnovu koeficijenata detalja po vertikali $d^{1,V}$ metodom praga moguće je izdvojiti leve vertikalne ivice na taj način što se sve vrednosti matrice $d^{1,V}$ iznad određene vrednosti (u konkretnom slučaju iznad 70) proglašavaju za 1, a sve niže vrednosti za 0. Nakon toga, pristupa se analizi tako dobijene binarne slike. Pretraživanjem ove binarne slike sa 8 susedstvom dalje se razdvajaju svi objekti na sceni – gornji i donji delovi ivica - nakon čega se mogu odrediti njihove pozicije i orijentacije. Pozicije ivica se definišu pomoću njihovog težišta (kod digitalne slike ivice predstavljaju nizove piksela, dakle imaju površinu), dok orijentaciju ivice određuje ugao između veće ose elipse inercije i horizontale. Pošto je predmetna binarna slika dobijena iz matrice $d^{1,V}$, ona je 4 puta manja od polazne slike, pa je i vreme potrebno za detekciju objekata i određivanje njihove pozicije i orijentacije 4 puta manje u odnosu na vreme potrebno u slučaju slike dobijene direktnim prevodenjem polazne slike u binarnu.

Na osnovu međusobnog rastojanja težišta susednih objekata na slici i njihove orijentacije određuje se koji objekti pripadaju jednoj te istoj ivici i oni se "spajaju" i na taj način se identifikuju leve ivice niti (slika 4.3.b.). Određivanjem težišta i orijentacije ovako dobijenih ivica na isti način kao u prethodnom slučaju, konačno se identifikuju položaj i orijentacija ivica niti.

Kada su položaj i orijentacija ivica niti određeni, na osnovu njih se određuju ose ivica (slika 4.3.c.). Određivanjem mesta preseka ovih osa i horizontalne linije na određenoj visini (poprečni presek tekstilnog platna), određuje se međusobno rastojanje između niti.

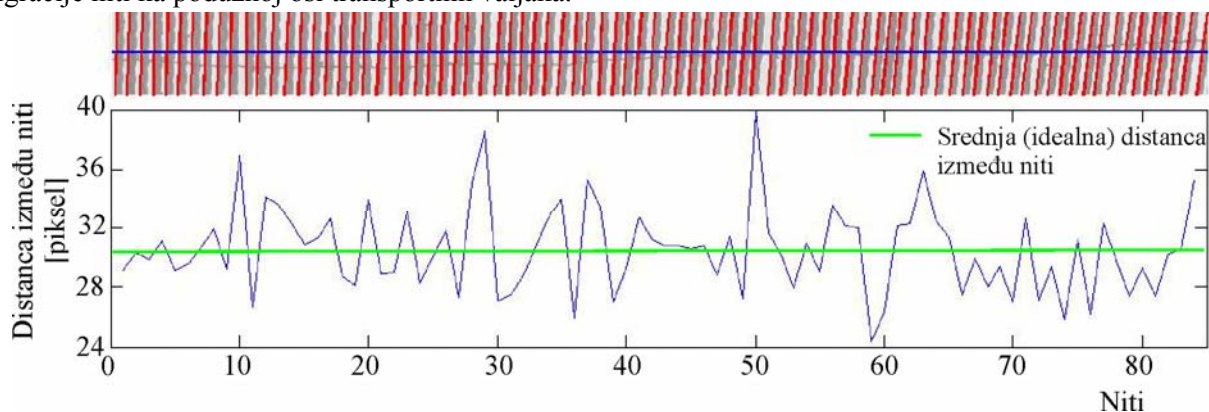
Dimenzije slika (pojedinih kadrova) korišćene u ovom radu su 200 x 700 piksela. Procesorsko vreme potrebno za procesiranje jednog kadra, u zavisnosti od njegove kontaminiranosti šumom koji utiče na broj



Slika 4.3. Polazna slika i matrice vertikalnih detalja nakon obrade

piksela detektovanih na ivici, pa samim tim i na brzinu izračunavanja njihove pozicije i orijentacije iznosi od 0.8 do 1 sekunde u Matlab okruženju. Dodatnom optimizacijom algoritma pri izradi nezavisne aplikacije ovo vreme se još može umanjiti.

Transliranjem kamere po širini platna, dobija se više slika. Spajanjem informacija o međusobnom rastojanju dobijenih iz ovih slika može se dobiti informacija o distribuciji podužnih niti po poprečnom preseku tekstilnog platna, odnosno trenutni profil gustine niti kao kompleksna procesna veličina (slika 4.4.). Ovakva senzorska informacija stvara dalji prostor za koncipiranje sistema za upravljanje uvođenjem tekstilnog korda u proces kalandriranja, koji između ostalog, podrazumeva sprovođenje korektivnih akcija pomoću mehanizama za centralno (mehanizam sa 'banana' valjkom) i bočno širenje platna (mehanizam sa zakošenim polualjcima). Konvencionalni sistemi uvođenja tekstilnog platna u proces ne operišu sa jednom ovakvom informacijom, već se centralno i bočno širenje ostvaruju apriorno, sledeći uočenu opštu tendenciju migracije niti ka podužnoj osi transportnih valjaka.



Slika 4.4. Trenutna distribucija međusobnog rastojanja podužnih niti po širini tekstilnog platna.

4. ZAKLJUČAK

Predložena metoda objektivnog praćenja stanja tekstilnog korda neposredno pre uvođenja u proces kalandriranja pokazala je svoju upotrebljivost na razmatranom primeru uzorka. Dvodimenzionalna diskretna vejtlet transformacija efikasno uklanja šum, poprečne niti, teksturu nit i slične geometrijske poremećaje koji kontaminiraju sliku tekstilnog platna u realnim uslovima. Na osnovu ovoga moguća je precizna identifikacija položaja ivice svake niti, čime se daljom obradom signal omogućava izračunavanje trenutnog profila gustine niti po porečnom preseku tekstilnog platna. Ovakva senzorska informacija se može uspešno iskoristiti za sprovođenje korektivnih akcija mehanizama za centralno i bočno širenje platna, kao i mehanizama za upravljanje širinom platna i njegovo centriranje u odnosu na podužnu osu kalandarske linije.

5. LITERATURA

- [1] Daubechies, I., Ten Lectures on Wavelets, CBMS-NSF regional conference series in applied mathematics, 61, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, Pennsylvania, 1992.
- [2] Daubechies, I., The Wavelet Transform, Time-Frequency Localization and Signal Analysis, IEEE Transactions on Information Theory, Vol.36, No.5, pp.961-1004, September 1990
- [3] Jakovljević, Ž., Petrović, P., B., Primena vejtlet transformacije u detekciji diskontinuiteta u signalu, 30. JUPITER konferencija, Zbornik radova, pp. 4.17-4.22., Beograd, april 2004.
- [4] Mallat, S., G., A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: The Wavelet Representation, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol II, No. 7, pp. 674-693, July 1989.
- [5] Walker, J., S., A Primer on Wavelets and their Scientific Applications, ISBN 0-8493-8276-9, Chapman & Hall/CRC, New York, 1999

LATERAL DENSITY PROFILE IDENTIFICATION OF TEXTILE WEB BASED ON VISION SENSORS AND DISCRETE WAVELET TRANSFORM

Rezime

This paper gives a background of new method for condition monitoring of textile web in the phase of its introduction into calendering process. This method is based on application of vision system and on fast algorithm for identification of fibre edge based on two-dimensional discrete wavelet transform Proposed method is experimentally verified on a sample of textile web taken from calendering line. Obtained results show satisfactory properties of new methodology and its applicability for monitoring and control of introduction of textile web into calendering process in real conditions.



M. Đapić¹

PRILOG RAZVOJU METODA ZA OCENU PROJEKTNIH REŠENJA U ODNOSU NA MONTAŽU

Rezime: U ovom radu se daje novi metod za ocenu projektnih rešenja u odnosu na zahteve montaže. Pristup omogućava integraciju DFA pravila u aksiomatski pristup projektovanju u ranim fazama razvoja proizvoda. Teorija funkcija uverenja, odnosno sistemi evidencionih mreža služe kao infrastruktura ove integracije i odličan alat za rezonovanje, odnosno donošenje odluka.

1. UVOD

Projektovanje proizvoda i procesa (tehnologija), a i sama proizvodnja, su poslednjih dvadeset godina doživeli su snažan razvoj, posebno u oblasti primene novih tehnologija. U projektovanju se uveliko koriste CAD/CAM sistemi a u proizvodnji CNC mašine alatke. Jedino u sektoru montaže primena novih tehnologija još nije zauzela adekvatno mesto.

Da bi savladali usko grlo u montaži, mnoga preduzeća su počela da istražuju način kako da izvrše racionalizaciju procesa montaže. Obično je to bilo redizajniranje proizvoda s ciljem dobijanja projektnog rešenja, koje je prilagođeno montažnom sistemu. Prilagođavanje projektnog rešenja je neophodno, kako komponenti tako i sklopova, modula pa i same mašine, uz stalnu ocenu izvedenog rešenja s obzirom na montažu, i to duž svih faza projektovanja i konstruisanja. Ovakvi zahtevi su usloveli pojavu više metoda za ocenu projektnog rešenja s obzirom na prilagođenost montaži (Boothroyd, Dewhurst 1983). Neke od metoda su u prvom redu kvalitativne, dok su druge kvantitativne. U najčešćem slučaju projektanti ocenjuju izvedena rešenja korišćenjem specijalnih karti u kojima se nalazi vreme montaže na bazi prethodno predviđenog procesa montaže.

U ovom radu se daje novi metod za ocenu projektnih rešenja u odnosu na zahteve montaže. Pristup omogućava integraciju DFA pravila (Vallhagan, 1994) u aksiomatski pristup projektovanju (Suh, 1990) u ranim fazama razvoja proizvoda (Đapić, 2005). Sistemi evidencionih mreža (Shenoy, 1998), koji baziraju na teoriji funkcija uverenja (Đapić, 2000) služe kao infrastruktura ove integracije i odličan alat za rezonovanje, odnosno donošenje odluka.

2. INTEGRACIJA DFA I AKSIOMATSKOG PRISTUPA PROJEKTOVANJA

Mnoge od metoda DFA baziraju na kvantitativnim analizama i uputstvima. Njih obično koriste projektanti i proizvodni inženjeri u krajnjim fazama razvoja proizvoda i procesa. Rezultati ovih analiza su obično obeshrabrujući za projektante jer oni najviše vode računa o funkciji proizvoda a analiza ostalih aspekata životnog ciklusa proizvoda zauzima mnogo manje prostora u njihovom radu. Zbog toga je primena pravila i uputstava DFA u ranim fazama razvoja proizvoda veoma važna.

DFA pravila mogu da budu integrisana u aksiomatski pristup projektovanju kao funkcionalni zahtevi (FR_s) ili ograničenja (C_s). Gde, na kom hijerarhijskom nivou je ova pravila pogodno uključiti kao funkcionalne zahteve a gde kao ograničenja je važno pitanje.

Funkcionalne zahteve i ograničenja moguće je uključiti na najvišem hijerarhijskom nivou strukture proizvoda i na nivou konstrukcije individualnih komponenti. Funkcionalni zahtevi i ograničenja koja su uvedena na najvišem hijerarhijskom nivou utiču na više individualnih komponenti a ona koju su uvedena na najnižem nivou utiču samo na oblik i karakteristike individualnih delova.

DFA pravila mogu da budu podeljena u tri glavne grupe (Vallhagan, 1994):

1. Pravila koja utiču na broj komponenti u proizvodu

¹ Dr Mirko Đapić, dipl.maš. ing., LOLA Institut, Kneza Višeslava 70a 11030 Beograd, E-mail: mdjapic@lola-ins.co.yu

2. Pravila koja se odnose na proces montaže
3. Ostala pravila

Pravila koja se odnose na proces montaže mogu dalje da budu podeljena saglasno različitim operacijama koja se javljaju u postupku automatske montaže.

U aksiomatskom projektovanju nije jasno razgraničeno kada određeno DFA pravilo koristiti kao funkcionalni zahtev a kada kao ograničenje. Postoji mišljenje da je bolje koristiti pravila kao funkcionalni zahtev pošto za zadovoljenje svakog funkcionalnog zahteva (FR_s) mora da postoji odgovarajući parametar projektovanja (DP_s). U tom slučaju moguće je koristiti aksiome projektovanja za izbor odgovarajućeg projektnog rešenja. S druge strane, pravila koja se koriste na najvišem hijerarhijskom nivou utiču na više individualnih komponenti pa njihov uticaj na svaku individualnu komponentu nije najjasnije izražen. Zbog toga je u tom slučaju bolje koristiti ih kao ograničenja (C_s).

Sumarni pregled DFA pravila koja su izražena bilo kao FR_s ili C_s i njima odgovarajući DP_s dati su u tabeli 2.1.

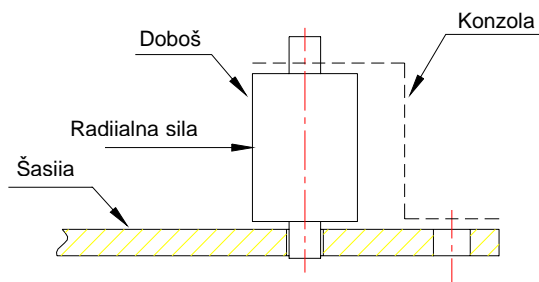
Tabela 2.1 Zbirni pregled FR_s , C_s i DP_s u DFA [Adaptirano iz (Vallhagan, 1994)]

Oblast	Nivo	Tip	Funkcionalni zahtevi / Ograničenja (FR/C)	Parametri projektovanja (DP)
Broj komponenti	visok	C	Koristiti minimalni broj komponenti	
Separacija	komp.	C	Konstruisati komponente koje lako mogu da budu izdvojene iz gomile	
Orjentacija	komp.	FR_s	Koristiti jednostavnu orjentaciju komponente.	Kreiraj simetrične komponente, izbegavati asimetrična obeležja
Punjenje	komp.	FR_s	Punjenje komponenti mora da bude lako	Koristiti nefunkcionalne površine kao površine za vođenje Tvrdoća, kvalitet površina
	komp.	FR_s	Komponente moraju da budu pogodne za punjenje	
Hvatanje	komp.	C	Osigurati dovoljno površina za hvatanje kompo.	
Umetanje	visok	C	Minimizirati broj pravaca montaže	vodeće ivice, zarez, klinovi
	visok	C	Izbeći umetanja koja se podudaraju	
	visok	C	Izbegavati kretanja koja u sebi imaju kombinaciju pravolinijskog i kretanja rotacije	
	visok	C	Izbegavati rešenja koja zahtevaju veliku silu umetanja	
	visok	C	Osigurati adekvatne zazor za ruke, alate i hvatače,...	
Spajanje	visok	C	Učiniti da se komponente lako mogu poredati	
	komp.	C	Delovi koji se ne osiguraju odmah po umetanju trebali bi biti potpuno lokacijski određeni Proces montaže bi trebao da bude kao "sendvič" operacija. Svaka komponenta kad je god to moguće bi trebala da osigura svoju poziciju	

2.1 Montaža doboša za konzolu

Kao demonstracija kako je moguće koristiti evidencione mreže u integraciji DFA pravila u aksiometrijskom projektovanju poslužiće primer automatske montaže konzole čiji je zadatak da nosi doboš koji je deo većeg sklopa (slika 2.1) (Vallhagan, 1994).

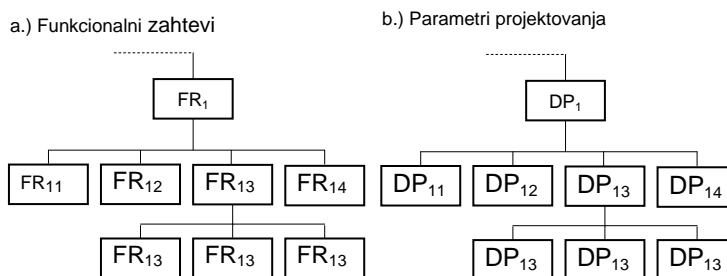
Funkcionalni zahtevi, ograničenja i parametri projektovanja su tako izabrani da zadovolje osnovni funkcionalni zahtev a to je da "konzola drži doboš". Oni su prikazani su u tabeli 2. 2 i 2.3 a hijerarhija projektovanja na slici 2.2.



Slika 2. 1 Koncept sklopa doboša i konzole

FR		DP		FR		DP (I varijanta)		DP (II varijanta)	
FR ₁	Držati doboš	DP ₁	Konzola (plastična)	C ₄	Izbegavati rešenja za koje se traži velika sila umetanja				
C ₁	Koristi minimalni broj komponenti			FR ₁₃₁	Učiniti proces pričvršćivanja što lakšim	DP ₁₃₁	Uskočnik (Snopfit)	Navojni sklop	
FR ₁₁	Malo trenje između doboša i konzole	DP ₁₁	Materijal (poliamid)	FR ₁₃₂	Minimizirati broj različitih pričvršćivača	DP ₁₃₂	Integrirani pričvršćivač	Višedelni pričvršćivač	
FR ₁₂	Dovoljna krutost	DP ₁₂	Debljina zida	FR ₁₃₃	Lako podesiti pričvršćivač	DP ₁₃₃	Žleb uskočnika	Vijak, navrtka	
FR ₁₃	Pričvrstiti za šasiju	DP ₁₃	Učvršćivač						
FR ₁₄	Učiniti lako nameštanje konzole	DP ₁₄	Žleb						
C ₂	Minimizirati broj pravaca montaže								
C ₃	Izbegavati umetanja koja se podudaraju								

Tabela 2.2 Funkcionalni zahtevi, ograničenja i parametri projektovanja a. (I i II hijerarhijski nivo), b (III hijerarhijski nivo za FR₁₃)



Slika 2.2 Hijerarhija projektovanja

Jednačine projektovanja za prikazani primer su:

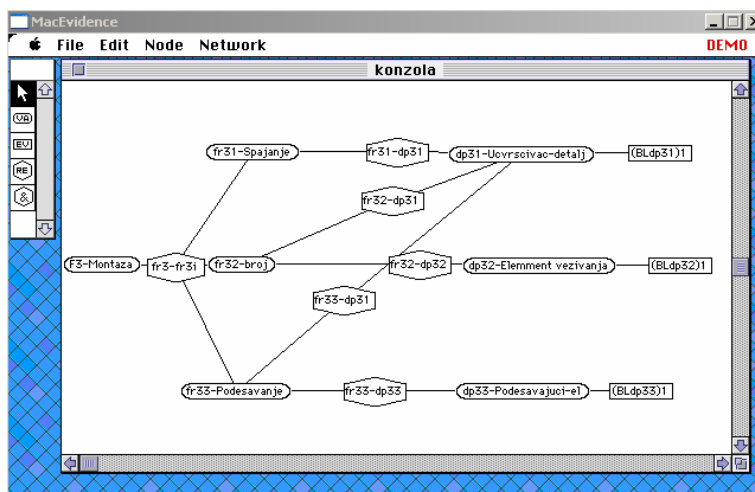
$$\begin{Bmatrix} FR_{11} \\ FR_{12} \\ FR_{13} \\ FR_{14} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 \\ X & X & 0 & 0 \\ X & X & X & 0 \\ 0 & 0 & X & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{11} \\ DP_{12} \\ DP_{13} \\ DP_{14} \end{Bmatrix} \quad (2.1)$$

$$\begin{Bmatrix} FR_{131} \\ FR_{132} \\ FR_{133} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 \\ X & X & 0 \\ X & 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{131} \\ DP_{132} \\ DP_{133} \end{Bmatrix} \quad (2.2)$$

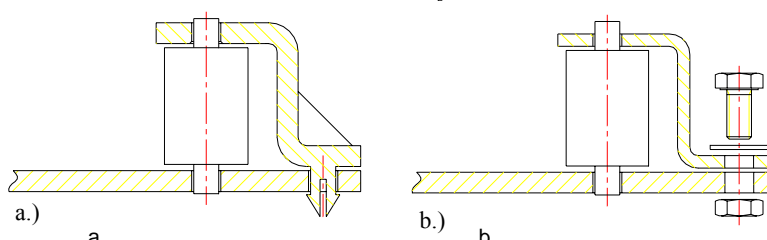
Na osnovu oblika matrica projektovanja (donja trougaona) iz jednačina 2.1 i 2.2 može se zaključiti da je projektno rešenje "kvazi-spregnuto" po kriterijumima prvog aksioma projektovanja.

Na osnovu podataka iz tabela 2.2a i 2.2b koristeći ograničenja za kvazi spregnuta projektna rešenja konstruktor može kreirati više različitih konstrukcionih rešenja konzole. Kao pomoćni alat u izboru najpovoljnije varijante mogu da posluže evidencione mreže. Na slici 2.3 prikazana je evidenciona mreža za funkcionalni zahtev FR₁₃.

Evaluacijom evidencione mreže moguće je pokazati da je konstrukciono rešenje dato na slici 2.4a bolje nego rešenje na slici 2.4b u odnosu na zadovoljenje kriterijuma DFA.



Slika 2.3 Evidencionna mreža za funkcionalni zahtev F_{13}



Slika 2.4 Dve varijante konstrukcionog rešenja konzole

3. ZAKLJUČAK

Stalna ocena projektnih rešenja je neminovnost koju nameće savremeno koncipiran razvoj proizvoda. U poslednjih tridesetak godina razvijeno je više metoda (kvalitativnih i kvantitativnih) za ocenu projektnih rešenja u odnosu na montažu. U ovom radu dat je novi prilaz ovom problemu koji bazira na integraciji DFA pravila u aksiomatski pristup projektovanju. Kao infrastruktura koja nosi ovu integraciju predloženo je korišćenje evidencionih mreža koje baziraju na teoriji funkcija uverenja.

LITERATURA

- /1/ Đapić, M., 2005, *Evidencioni sistemi u razvoju proizvoda i procesa*, (Monografija u pripremi), Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd, 2005.
- /2/ Đapić, M., 2000, *Razvoj sistem za konceptualno projektovanje proizvoda i tehnologija upravljanog paradigama totalnog kvaliteta*, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet Beograd.
- /3/ Đapić, M., Milačić, V., 2000, *New hybrid paradigm for product / manufacturing conceptual design based on theory of belief functions*, The Third World Congress on Intelligent Manufacturing Processes & Systems, Cambridge, MA – June 28-30.
- /4/ Eversheim, W., Baumann, M., 1991, *Assembly-oriented design process*, Computer in Industry, Vol.17, No.4, pp 287-300.
- /5/ Vallhagen, J., 1994, *Assembly and Process Planing in Axiomatic Design*, (Licenciate Thesis) Chalmers University of Technology, Department of Production Engineering, Goteborg, Sweden.
- /6/ Shenoy, P., 1998, *Reasoning with Dempster-Shafer Belief Function*, MS&T Seminar, School of Business, University of Kansas.
- /7/ Suh N.P., 1990, *The Principles of Design*, New York: Oxford University Press.
- /8/ Boothroyd, G. Dewhurst, P., 1983, *Design for Assembly Handbook*, University of Massachusetts

DEVELOPMENT METHOD FOR DESIGN SOLUTION ESTIMATION IN REGARD OF ASSEMBLY

Summary: In this paper is presented new method for design solution estimation in regard of assembly process requirements. The approach is based on integration DFA rules in axiomatic design. System of evidential network is used as infrastructure of this integration and good tool for reasoning or making decisions.

**NOVI PRILAZ USPOSTAVLJANJU KORELACIJE IZMEĐU EKSPONENATA U
TEJLOROVOJ JEDNAČINI POSTOJANOSTI I REGRESIONOJ FUNKCIJI HABANJA
ALATA S OBZIROM NA NJENU PRIMENLJIVOST**

B.Pejović¹, G.Tadić², P.Dakić³

U radu je, polazeći od opšteg oblika krive habanja pri obradi na strugu, prvo određen eksponent njene regresione funkcije za drugu fazu habanja. Zatim je, za uži interval brzina rezanja, na bazi Tejlorove jednačine postojanosti napisane za proizvoljni kriterijum zatupljenja postavljena druga relacija. Eliminisanjem vremena iz prethodne dve zavisnosti, uspostavljena je korelacija između eksponenta u Tejlorovoj jednačini postojanosti i regresionoj funkciji habanja. U nastavku, data je analiza dobijene korelacije kao i mogućnost njene teorijske i praktične primenljivosti.

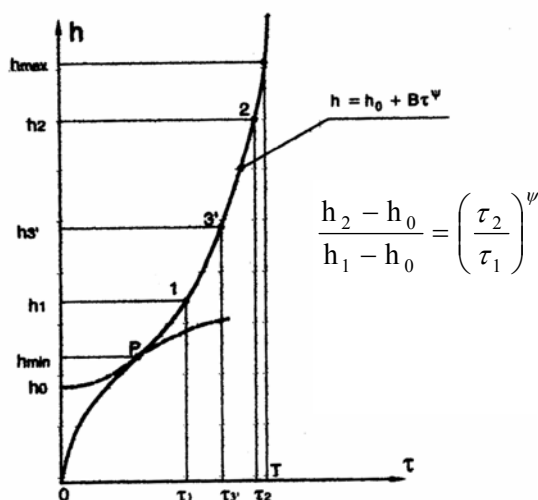
Ključne reči: krive habanja, strugarska obrada, regresiona funkcija, Tejlorova jednačina, ekspresne metode

1. IZVOĐENJE KORELACIONE ZAVISNOSTI [2, 3, 4]

Za analitičko opisivanje krivih habanja u operacijama struganja, najčešće se koriste regresione funkcije u obliku,

$$h = h_0 + B\tau^\psi \quad (1)$$

i sa njima se dobro aproksimira druga faza habanja, [1, 5, 6]. Da bi funkcija (1) zadovoljila tačke 1 i 2 na krivoj, prema sl.1., eksponent u regresionoj funkciji (ψ), biće jednak:



Slika 1. Određivanje eksponenta ψ u regresionoj funkciji habanja

$$\psi = \frac{\ln \frac{h_2 - h_0}{h_1 - h_0}}{\ln \frac{\tau_2}{\tau_1}} \quad (2)$$

Ako eksperimentalne tačke, izaberemo tako da čine geometrijsku progresiju biće,

$$\frac{\tau_{3'}}{\tau_1} = \frac{\tau_2}{\tau_{3'}} \quad \tau_{3'} = \sqrt{\tau_1 \cdot \tau_2} \quad (3)$$

¹ Dr Branko Pejović, docent, Tehnološki fakultet, Zvornik, 99 387 56 260-190, tfzv@rstel.net

² Mr Goran Tadić, viši asistent, Tehnološki fakultet, Zvornik, 99 387 56 260-190, gtadic@ptt.yu

³ Dr Pantelija Dakić, red. prof., Mašinski fakultet, Banja Luka

Izrazimo eksponent ψ prema (2), preko tačaka 1 i 3' odnosno 2 i 3',

$$\psi = \frac{\ln \frac{h_{3'} - h_0}{h_1 - h_0}}{\ln \frac{\tau_{3'}}{\tau_1}} \quad \psi = \frac{\ln \frac{h_2 - h_0}{h_{3'} - h_0}}{\ln \frac{\tau_2}{\tau_{3'}}$$

Oдавде, s obzirom na (3), sledi da je veličina odsečka regresione funkcije na ordinati,

$$h_0 = \frac{h_1 h_2 - h_{3'}^2}{h_1 + h_2 - 2h_{3'}} \quad (4)$$

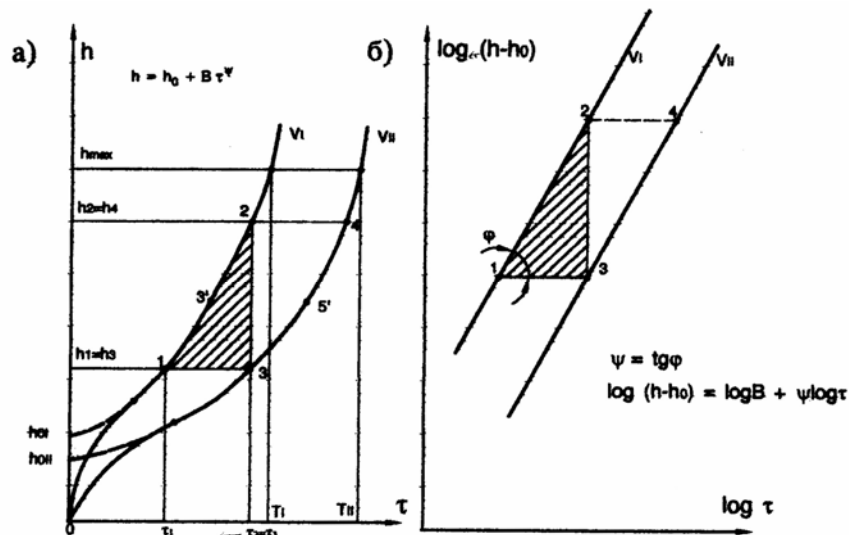
Parametar habanja pri obradi na strugu, može se predstaviti u obliku:

$$h = C \delta^{x_n} S^{y_n} V^{z_n} \tau^\psi \quad (5)$$

Konstanta C i eksponenti u relaciji (5) mogu se smatrati konstantnim za uži interval brzina rezanja V [5, 6, 7].

Ako iz nekog ispitivanog intervala brzina $V_{\min} \div V_{\max}$, izaberemo proizvoljni uži interval brzina $V_I \div V_{II}$ prema sl. 2a, eksponent u regresionoj funkciji habanja (ψ) biće približno konstantan tj. neće zavisiti od brzine.

Za širi interval brzina eksponent (ψ), zavisice od brzine rezanja što se može zaključiti iz oblika krivih habanja, odnosno njihovog prikaza u logaritamskim koordinatama (sl.2b).



Slika 2. Određivanje korelacije između eksponenta brzine rezanja (z) u Tejlorovoj jednačini i regresionoj funkciji habanja (ψ)

Zavisnost između eksponenta (z) i (ψ) odredićemo formiranjem karakterističnog trougla 1, 2, 3 u području brzina $V_I \div V_{II}$, vodeći računa da njegova temena padaju u oblasti druge faze habanja, sl.2a.

Predstavljanjem regresionih funkcija habanja za brzine $V_I \div V_{II}$, dobićemo u logaritamskim koordinatama približno paralelne prave za drugu fazu habanja, zbog $\psi \approx \text{const}$, sl.2b.

S obzirom da prema [1, 5, 6, 7], eksponent (m) u Tejlorovoj jednačini $VT^m = C$ ne zavisi mnogo od kriterijuma zatupljenja (za drugu fazu habanja), to će za brzine V_I, V_{II} i proizvoljne tačke 1 i 3 biti:

$$V_I \tau_1^m = V_{II} \tau_3^m \quad (6)$$

Pošto je $\tau_3 = \tau_2$, biće s obzirom da je $m = 1/z$,

$$\ln \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{\ln \frac{V_I}{V_{II}}}{m} = z \ln \frac{V_I}{V_{II}} \quad (7)$$

Ako izrazimo odnos τ_2 / τ_1 iz relacije (2) biće,

$$\ln \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{\ln \frac{h_2 - h_0}{h_1 - h_0}}{\psi} \quad (8)$$

Izjednačavanjem relacija (7) i (8), dobijamo traženu vezu između eksponenta (z) i (ψ),

$$z \cdot \psi = \frac{\ln \frac{h_2 - h_0}{h_1 - h_0}}{\ln \frac{V_I}{V_{II}}} \quad (9)$$

Napomenimo da je za specijalan slučaj regresione funkcije $h = B \cdot \tau^\psi$, u literaturi [5, 6, 7], izvedena zavisnost eksponenta (m) i (ψ) na sasvim drugačiji način od prikazanog, pri čemu je ograničena njena primenljivost.

Ovde je veličina h_0 određena preko relacije (4). Pri ovome, eksponent (z), konstantan je za relativno širi interval brzina rezanja, [1, 5, 6, 7].

2. MOGUĆNOSTI PRIMENE IZVEDENE ZAVISNOSTI, [2, 3, 4]

Rešavanjem zavisnosti (9) po eksponentu (z) dobijamo:

$$z = \frac{\ln \frac{h_2 - h_0}{h_1 - h_0}}{\psi \cdot \ln \frac{V_I}{V_{II}}} \quad (10)$$

Oдавde sledi da su za određivanje eksponenta (z) u Tejlorovoj funkciji postojanosti dovoljne dve krive habanja što utiče na smanjenje troškova eksperimenta. S obzirom da se na ovaj način dobija nešto manja tačnost rezultata nego primenom klasičnog postupka, to bi prikazana metoda mogla biti iskorišćena u laboratorijskoj praksi kao ekspresna metoda.

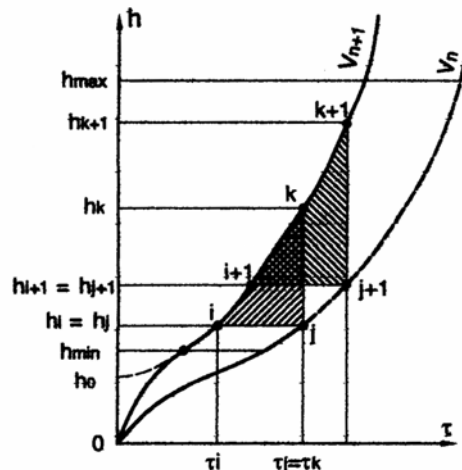
U drugom slučaju, za utvrđeni uži interval brzina $V_n \div V_{n+1}$ prema sl.3, definišimo proizvoljan karakterističan trougao (i, j, k) na početku druge faze habanja. Pri ovome kriva habanja za brzinu V_{n+1} mora biti potpuno određena eksperimentalno, kao i tačka (j) na krivoj habanja za brzinu V_n , takođe na početku druge faze habanja. Kriva habanja pri brzini rezanja V_n , za vreme rezanja $\tau > \tau_j$, nije poznata.

Korelacija (9) za trougao (i, j, k) biće:

$$z \cdot \psi = \frac{\ln \frac{h_k - h_0}{h_i - h_0}}{\ln \frac{V_{n+1}}{V_n}} \quad (11)$$

Formirajmo drugi proizvoljan karakterističan trougao (i+1, j+1, k+1), tako da sva njegova temena padaju u područje druge faze habanja. Pri ovome teme (j+1) nije poznato, a time ni teme (i+1), dok je teme (k+1) poznato i izabrano je proizvoljno. Korelacija (11) napisana za ovaj trougao, biće,

$$z \cdot \psi = \frac{\ln \frac{h_{k+1} - h_0}{h_{i+1} - h_0}}{\ln \frac{V_{n+1}}{V_n}} \quad (12)$$



Slika 3. Primena grafoanalitičke metode za određivanje nepoznate tačke na krivoj habanja

U dobijenoj jednakosti odsečak na ordinati (h_0) određen je relacijom (4), dok su temena ($i, k, k+1$) poznata. Rešavanjem jednakosti (14) po nepoznatoj ordinati h_{i+1} , dobijamo:

$$h_{i+1} = \frac{h_{k+1}(h_i - h_0) + h_0(h_k - h_i)}{h_k - h_0} \quad (13)$$

Prema sl.5, očigledno je $h_{i+1} = h_{j+1}$, pa je nepoznata tačka krive habanja ($j+1$) potpuno određena i dobija se formiranjem karakterističnog trougla ($i+1, j+1, k+1$). Na taj način na bazi početnog ispitanog dela, može se predvideti sa dovoljnom praktičnom sigurnošću dalji neispitani tok krive habanja. Koristeći istu relaciju, moguće je utvrditi položaj neke izostavljene tačke na krivoj habanja, pri eksperimentalnim ispitivanjima.

3. ZAKLJUČAK

Izvedena zavisnost između eksponenata u Tejlorovoj jednačini i regresionoj funkciji habanja (9), za razliku od postojeće u literaturi ima univerzalnu odnosno širu mogućnost primene u teoriji i praksi, bez obzira na izvesna ograničenja.

Teorijski značaj izvedene relacije, bio bi kod istraživanja krivih habanja odnosno kod izučavanja osnovne teorije postojanosti.

U praksi postoji njena šira mogućnost primene posebno kada je neophodno da se proces habanja drži pod kontrolom, zbog raznih spoljnih uticaja i grubih grešaka eksperimenata. Isto tako, njenom primenom, na bazi početnog ispitanog dela, može se predvideti sa dovoljnom praktičnom sigurnošću, dalji neispitani tok krive habanja, relacija (13), odnosno pouzdano utvrditi neka "preskočena" tačka pri izvođenju eksperimenata.

Takođe, na bazi izvedene korelacije moguće je odrediti eksponent u Tejlorovoj jednačini (z) pomoću dve krive habanja što može biti važno sa stanovišta ekonomije eksperimenta.

LITERATURA

1. Stanić, J. Teorija obrade metala I. Mašinski fakultet, Beograd, 1986.
2. Pejović, B. Istraživanje tehnoloških funkcija obradljivosti pri procesu periodične strugarske obrade kod automatskih alatnih mašina, disertacija, Mašinski fakultet, Banja Luka, 2003.
3. Dakić, P.; Pejović, B. Prilog istraživanju funkcije postojanosti pri procesu periodične strugarske obrade. V međunarodno savetovanje o dostignućima u mašinskoj industriji, Banja Luka, 2002.
4. Pejović, B.; Cvetković, S. Primena grafoanalitičkih metoda kod uporednog istraživanja funkcije postojanosti periodične i neprekidne strugarske obrade. 29. savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Beograd, 2002.
5. Trent, E. Metal Cutting Butterworth, London, 1977.
6. Dunib, W.; Neumann, M. Trennen. Veb Verlag Technik, Berlin, 1979.
7. Sekulić, S. Identifikacija primarnih parametara obrade na strugu na osnovu plastične deformacije i termonapona rezanja. Disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1977.

NEW WAY OF APPROACH TO ESTABLISH A CORRELATION BETWEEN EXPONENTS IN TEYLOR'S EQUATION A STEADINESS AND TOOL WEAR REGRESSION FUNCTION, ACCORDING TO ITS APPLICATION

In this work, according to general shape of wear curve at treatment on a machine at first regression function exponent was determined for second wear phase. Then, for more narrow interval of cutting speed on basis Taylor's equation a steadiness that was written for optional criterion of dullness, other relation was set. Time is eliminated from two dependence, correlation between exponents in Taylor's equation a steadiness and wear regression function is set. In addition, the analysis obtained correlation was given, as possibility its theoretical and practical appliance.

Key words: wear curves, machining, regression function, Taylor's equation, express methods.

PRIMENA HOLOGRAFSKIH METODA U ISPITIVANJU MEHANIČKIH DEFORMACIJA I OPTEREĆENJA

Dejan Pantelić, Svetlana Savić-Šević, Ilija Belić, Bratimir Panić

Institut za fiziku, Pregrevica 118, 11080 Zemun, Beograd, 3160 793, pantelic@phy.bg.ac.yu

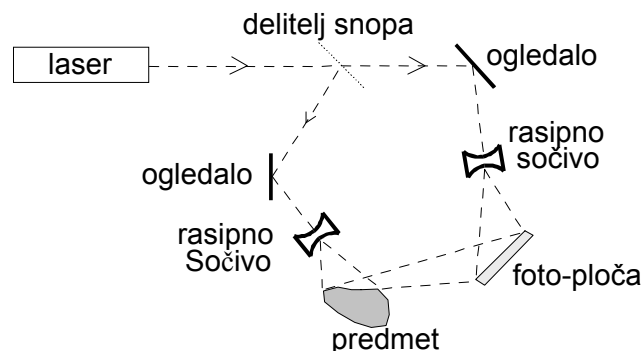
Holografske metode omogućavaju mikronska i submikronska merenja pomeraja i deformacija. U radu je ukazano na mogućnosti primene holografije u različitim oblastima mehanike i biomehanike. Prikazani su eksperimentalni rezultati merenja deformacija zubnog tkiva, izazvanih polimerizacijom kompozitne zubne ispune. Primenjena je metoda dvoekspozicione holografske interferometrije

UVOD

Holografija je metod fotografske registracije faze i amplitude svetlosnog talasa [1]. Zahvaljujući tome, hologram sadrži kompletnu trodimenzionalnu sliku objekta koji se snima. Princip je jednostavan i sastoji se u podeli, koherentnog, svetlosnog snopa na dva dela – jednog koji se prostire direktno do fotoregistrujućeg materijala i drugog koji osvetljava predmet. Reflektovana svetlost interferira sa direktnim svetlosnim talasom i biva registrovana na filmu.

Nakon hemijske obrade foto materijala, dobija se nepravilna difrakciona rešetka sa velikom brojem svetlih i tamnih linija (i do 5000 linija po milimetru). Ponovnim osvetljavanjem ovako dobijenog komada filma, zahvaljujući difrakciji, vrši se rekonstrukcija talasnog fronta koji odgovara predmetu.

Za uspešnu registraciju holograma neophodno je ispuniti uslove koherentnosti zračenja, mehaničke stabilnosti uređaja i visoke moći razlaganja fotoosetljivog materijala. Danas se kao svetlosni izvori u holografiji koriste laseri, čije koherentna dužina mora biti u intervalu od oko 10 cm pa čak do 1 km. Stabilnost se postiže masivnim antivibracionim stolovima sa pneumatskim amortizerima, na koje se smešta kompletan optički sistem. Konačno, upotrebljavaju se specijalne filmske emulzije, koje moraju da imaju moć razlaganja od 1000 pa do 5000 linija/mm (srebro halogenidni filmovi, dihromirani želatin, fotorezisti, fotopolimeri...). Tipičan holografski sistem je prikazan na slici 1.



Slika 1. Tipičan holografski uređaj

Holografija ima osobinu da je na jednoj foto ploči moguće snimiti veći broj holograma. Od mnoštva mogućih primena ovog principa, izdvaja se holografaska interferometrija, gde se registruju dve slike istog predmeta ali u različitim stanjima deformacije. Najčešće, jedna slika odgovara nedeformisanom objektu, a druga deformisanom. Rekonstrukcija holograma omogućava da se pojave dva talasna fronta koji interferiraju i, u zavisnosti od karaktera početnog i krajnjeg stanja deformacija, daju sliku predmeta sa nizom tamnih i svetlih linija. Oblik, položaj i širina linija daju podatke o veličini deformacija (ili pomeranja).

Holografaska interferometrija pruža velike mogućnosti u određivanju polja deformacija predmeta proizvoljnog oblika i površine. Time se bitno razlikuje od klasične interferometrije, gde predmet mora imati ogledalsku površinu i jednostavan oblik. Sličnost ove dve tehnike je u njihovoj visokoj osetljivosti, koja omogućava merenje mikronskih i submikronskih pomeranja.

OSNOVNI PRINCIPI HOLOGRAFSKE INTERFEROMETRIJE

Postoje dve osnovne tehnike u holografskoj interferometriji [2]. Jedna se sastoji u tome da se ispitivani objekat snimi na foto ploči tako da se hemijska obrada vrši bez pomeranja filma (in situ). U uređaju se ništa ne pomera te se, po završetku snimanja, pojavljuju dva talasa, jedan koji je direktno reflektovan sa predmeta i drugi koji je rekonstruisan sa holo ploče. Svaka međusobna razlika dva talasa, nastala zbog deformacija (ili pomeraja) daje interferencionu sliku. Ovom tehnikom je moguće posmatrati deformacije u realnom vremenu.

Prethodna tehnika je komplikovana jer zahteva održavanje izuzetno visoke mehaničke stabilnosti čitavog optičkog sistema. Stoga je razvijen metod dvoekspozicione holografije, koji se sastoji u snimanju dva holograma na istoj ploči. Svaki odgovara po jednom stanju deformacije. Nakon rekonstrukcije, opet se pojavljuju dva talasa, čija interferencija daje sliku polja deformacija. Metod je nešto jednostavniji ali nema mogućnost rada u realnom vremenu.

Obe tehnike se javljaju u mnoštvu različitih varijanti, koje zavise od tipa objekta, njegove veličine, površinske strukture i željene osetljivosti merenja deformacija. Uopšteno govoreći, standardne tehnike holografске interferometrije imaju visoku, submikronsku, osetljivost te ih ima smisla primenjivati samo za male deformacije (do ~100 μm). Veće deformacije daju suviše veliku gustinu interferencionih linija, te se zato primenjuju drugi postupci, kao što je moare holografaska interferometrija ili spekl metod.

Postoji nekoliko važnih problema koje je nužno rešavati. Pre svega, često se paralelno sa deformacijama pojavljuju i translatorna kretanja, koja takodje daju interferencione linije. Razdvajanje efekata deformacija od pomeraja zahteva unošenje referentnih površina (onih za koje konstrukciono znamo da se ne deformišu) u sistem. Položaj linija na ovim površinama daje podatak o ukupnoj translaciji. Druga mogućnost je u primeni t.zv. sendvič holografije. Postoji i problem određivanja smera deformacija, koji se najčešće rešava apriornim znanjem o koarakteristikama mehaničkog procesa. Konačno, i najvažnije, postavlja se pitanje pravilnog tumačenja interferencionih linija. Njegovo rešavanje danas zahteva digitalnu akviziciju slike i njenu računarsku analizu. Takodje, za složenije objekte, neophodno je posmatranje holografskog interferograma pod više različitih uglova.

Praktične primene su mnogobrojne i obuhvataju dinamiku fluida, analizu plazmenih pojava, ispitivanje deformacija složenih mehaničkih struktura ali i biomehaniku.

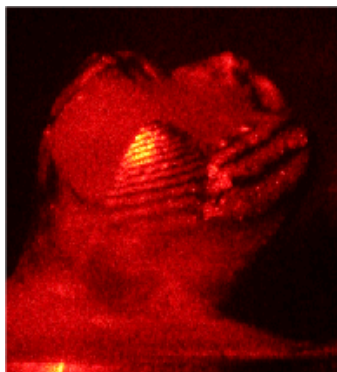
HOLOGRAFSKO ISPITIVANJE DEFORMACIJA ZUBNOG TKIVA

Jedan od bitnih problema savremene stomatologije je vezan za primenu kompozitnih fotopolimera za plombiranje kaviteta u zubu. Savremene zubne ispune su kompoziti sastavljeni od čvrstih čestica (nanometarskih i mikrometarskih dimanzija) utopljenih u monomer (najčešće metakrilat) kome je dodat fotoinicijator (kamforhinon). Osvetljavanje kompozita svetlošću iz plavog dela spektra (talasne dužine oko 480 nm) dovodi do otvrdnjavanja i dobijanja veoma tvrde strukture, koja je po karakteristikama slična zubnom tkivu. Na žalost, proces polimerizacije je praćen kontrakcijom polimera što, u primeni, dovodi do deformacija dentina i zubne gledji. Sa medicinske tačke gledišta, posledice su mogući bolni oset, odvajanje plombe od zuba i nastavak procesa karijesa, pa čak i pucanje zuba.

Stoga je veoma bitna kompletna biomehanička analiza uticaja procesa polimerizacije kontrakcije na zub. S obzirom na veliku tvrdoću dentina, a posebno gledji, očekivane deformacije su male (mikronske) ali su prateća naprežanja značajna (nekoliko desetina pa do stotinu Mpa).

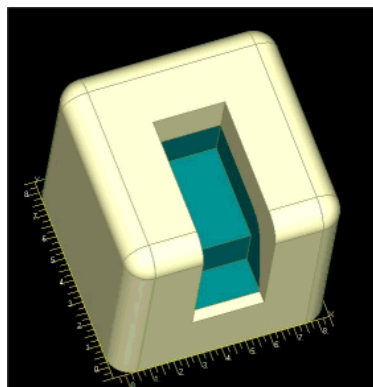
Iako se holografška interferometrija odavno koristi u stomatologiji [3], problem polimerizacione kontrakcije nije podrobnije eksperimentalno proučavan ovom metodom [4]. Ovde će biti prikazani rezultati ispitivanja deformacija zuba *in vitro*, primenom dvoekspozicione holografške interferetrije.

U zdravom ekstrahovanom zubu je napravljen kavitet klase II, koji je ispunjen fotoosetljivim kompozitom. Zub je učvršćen na nosač primenom zubarskog gipsa i postavljen u holografški uređaj, čija je principijelna šema data na slici 1. Načinjen je prvi snimak na holografskoj ploči, a zatim je plomba polimerizovana upotrebom LED lampe, specijalno konstruisane za ovu namenu. Po završetku polimerizacije (nakon 20 – 40 s), snimljen je na istoj ploči još jedan hologram. Ploča je razvijena, fiksirana i izbeljena, ta vraćena na isto mesto u holografški sistem. Dobijen je trodimenzionalni lik zuba čija je fotografija prikazana na slici 2.

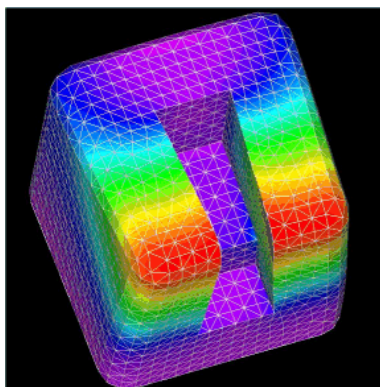


Slika 2. Snimak holografskog interferograma zuba sa kavitetom klase II.

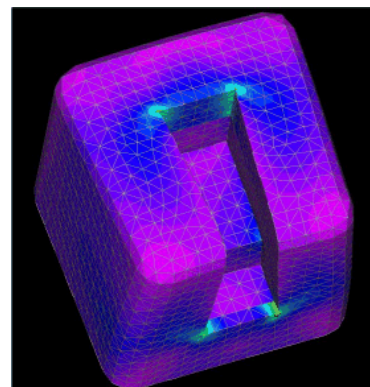
Kao što se vidi, prisutan je izvestan broj tamnih linija, koje nose informaciju o veličini deformacija. Za referentnu, nedeformisanu, površinu uzet je koreni deo zuba. Svaka naredna tamna linija (krećući se ka krunici zuba) predstavlja dodatnu deformaciju od 633 nm (talasna dužina upotrebljenog HeNe lasera). Na taj način možemo proceniti da je na vrhu ukupna deformacija jednaka približno 7 μm (ukupan broj linija puta 633 nm).



a)



b)



c)

Slika 3. a) Mehanički model zuba sa kavitetom klase II, b) Proračun deformacija metodom konačnih elementat, c) Polje naprezanja

Da bismo procenili rezultujuća naprezanja, razvijen je pojednostavljeni model zuba sa kavitetom klase II (slika 3a – zeleno označava dentin a žuto gledj). Na osnovu modela, primenom paketa NE/NASTRAN, proračunato je polje deformacija (slika 3b), kao i polje opterećenja (slika 3b). Kao što se vidi, poredjenjem slike 3b i slike 2, model dobro opisuje eksperimentalno izmereno polje deformacija. Rezultujuće opterećenje iznosi nekoliko desetina Mpa, zavisno od parametara modela, sto odgovara ranije dobijenim literaturnim podacima [5].

ZAKLJUČAK

U radu su prikazani osnovni principi holografije i holografske interferometrije, primenjeni na probleme merenja deformacija i pomeraja. Prikazani su i rezultati eksperimentalnog ispitivanja deformacija zubnog tkiva, metodom dvoekspozicione holografske interferometrije. Dobijeni hologrami su omogućili da se odrede veličine deformacija, koje su se kretale u intervalu od 1 μm do 7 μm . Primena metoda konačnih elemenata na pojednostavljeni model zuba dala je maksimalne vrednosti opterećenja od nekoliko desetina do sto MPa (zavisno od veličine i tipa kaviteta).

LITERATURA

- [1] R.J.Collier, C.B.Burckhardt, L.H.Lin, *Optical Holography*, Academic Press, New York, 1971
- [2] R.K.Erf, *Holographic Nondestructive Testing*, Academic Press, New York, 1974
- [3] *Holography in Medicine and Biology*, Ed by G. Von Bally, Springer-Verlag, Berlin, 1979
- [4] H. Lang, R. Rampado, R. Müllejans, W.H.M. Raab, *Determination of the dynamics of restored teeth by 3D electronic speckle pattern interferometry*, Lasers in Surgery and Medicine 2004, (34) 300-309.
- [5] P. Hubsch, J. Middleton, J.Knox, *The influence of cavity shape on the stresses in composite dental restorations: a finite element study*, Computer Methods in Biomechanics & Biomedical Engineering, 2002, (5), 343-349.

Abstract

Holographic methods enable microscopic and submicroscopic measurements of translations and deformations. Possibilities of application of holography in mechanics and biomechanics are emphasized. Experimental results of dental tissue deformation measurement, induced by dental composite contraction, are shown. Double exposure holographic interferometry method was applied.



MODELIRANJE LOGIČKIH STRUKTURA PRIMENOM PETRIJEVIH MREŽA

Mr Milorad Rančić, dipl. maš. inž.
Dr Dragan Živković, dipl. mas. inž.
Mr Dušan Jovanić, dipl. maš. inž.¹

Rezime

U radu su izložene definicije osnovnih pojmova iz oblasti Petrijevih mreža neophodnih za proces modeliranja sistema sa logičkom strukturom. Postupak je ilustrovan jednim konkretnim primerom. Na osnovu verbalnog opisa dobijen je grafički prikaz u obliku Petrijevog grafa koji omogućava dalju efektanu analizu i optimizaciju zadatog sistema.

1. Uvod

Za opisivanje ponašanja složenih sistema koji imaju karakteristike logičkih struktura, Petrijeve mreže (grafovi) su veoma pogodan matematički aparat. Poseban značaj one imaju pri modeliranju paralelnih procesa i njihovih dinamičkih osobina. U ovom radu se daju definicije osnovnih pojmova i ukazuje na široke mogućnosti primene Petrijevih mreža u procesu analize logičkih sistema.

2. Definicije osnovnih pojmova

2.1. Komplekt

Komplekt je uopšteniji pojam skupa i čini ga slog elemenata gde svaki element može ulaziti u njegov sastav više od jednog puta. Oznaka $\#(x, B)$ se čita: element x u komplektu B . Skup je delimičan slučaj, podslučaj, komplekta. Većina pojmova iz teorije skupova može se primeniti i na komplekte.

2.2. Petrijeva mreža

Pod Petrijevom mrežom podrazumeva se kvartet $PM(P, T, I, O)$ gde su

P - konačan skup pozicija,

T - konačan skup prelaza (tranzicija),

$I : T \rightarrow P^\infty$ - ulazna funkcija, preslikava prelaze (tranzicije) u komplekt pozicija,

$O : T \rightarrow P^\infty$ - izlazna funkcija, preslikava iz prelaza u komplekt pozicija.

2.3. Petrijevi graf

Petrieva mreža se može grafički prikazati u obliku multigrafa sa čvorovima. Čvorovi imaju dva oblika: kružići koji odgovaraju pozicijama i poprečne crte koje odgovaraju prelazima (tranzicijama). Funkcije I i O predstavljaju se granama grafa.

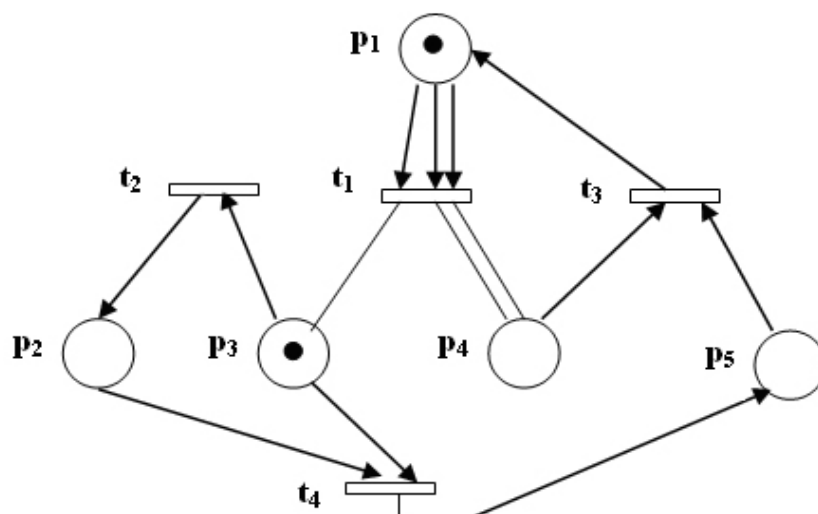
¹ Mr Milorad Rančić, dipl. maš. inž.
Dr Dragan Živković, dipl. mas. inž.
Mr Dušan Jovanić, dipl. maš. inž.

Viša tehnička škola Zrenjanin, 023-565 896, e-mail: vts.zr.@mgnet.yu

Na Slici 1. prikazan je graf Petrijeve mreze koja ima pet pozicija i cetri tranzicije medusobno povezane granama. Pozicije iz kojih grane vode u prelaz t_j nazivaju se ulazi za t_j a pozicije u koje vode grane iz t_j izlazi za t_j . Skup ulaznih pozicija oznacava se sa $I(t_j)$ a izlaznih sa $O(t_j)$. Za predstavljeni primer je:

$$I(t_1) = \{p_1, p_1, p_1\}$$

$$O(t_1) = \{p_3, p_4, p_4\}$$



Slika 1.

2.4. Markiranje Petrijevih mreza

Dinamicka svojstva Petrijevih mreza definisu se uz pomoc pojma markera. Marker μ Petrijeve mreze $PM=(P,T,I,O)$ je funkcija koja preslikava skup pozicija P u skup nenegativnih celih brojeva N . Marker se predstavlja pomocu tacaka smestenih unutar pozicije. Tako marker Petrijeve mreze prikazane na sl.1 ima vrednost:

$$\mu(p_1) = \mu(p_3) = 1$$

$$\mu(p_2) = \mu(p_4) = \mu(p_5) = 0$$

Petrieva mreza sa u njoj definisanim markerom naziva se markirana Petrijeva mreza.

3. Logicke strukture i njihovo modeliranje

Za predstavljanje sistema koji imaju logicnu strukturu neophodno je definisati dva osnovna pojma: dogadaji i uslovi. Funkcionisanje sistema sastoji se u ostvarivanju niza dogadaja, odnosno, niza definisanih dejstava. Za nastanak dogadaja neophodno je ispunjenje nekoliko drugih uslova koji se nazivaju preduslovi. Nastanak dogadaja moze proizvesti narusavanje preduslova i ispunjavanje nekih drugih uslova koji se nazivaju postuslovi.

Modeliranje funkcionisanja neke logicke strukture primenom Petrijevih mreza izvodi se na sledeci nacin: dogadaji se predstavljaju prelazima (tranzicijama) a uslovi pozicijama. Preduslovi dogadaja predstavljaju se ulaznim pozicijama odgovarajuceg prelaza a postuslovi izlaznim pozicijama. Nastanak dogadaja predstavlja se aktiviranjem prelaza. Ispunjenje uslova predstavljeno je postojanjem tacaka u odgovarajucim pozicijama.

4. Primer modeliranja

Za primer modeliranja uzet je automat za utiskivanje datuma na plasticnom cepu boce. Njegov verbalni opis je sledeci: automat se nalazi u stanju ocekivanja sve dok se ne pojavi cep. Nakon nailaska cepa otpocinje proces utiskivanja. Kada je utiskivanje završeno cep se salje na montažu. Za ovaj proces definisu se uslovi i dogadaji.

Uslovi:

- a) automat ceka
- b) cep je stigao i ceka
- c) automat izvrsava utiskivanje
- d) utiskivanje je izvrseno

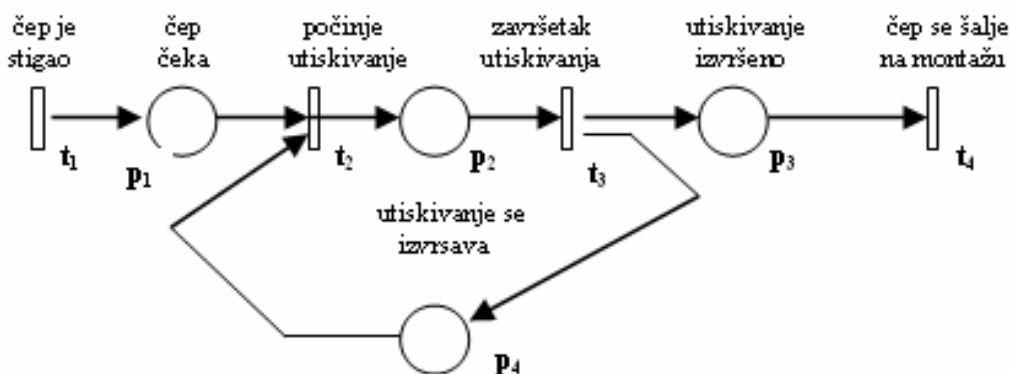
Dogadaji:

- 1. cep je stigao
- 2. automat otpocinje utiskivanje
- 3. automat završava utiskivanje
- 4. cep se salje na montažu

Tablica dogadaja:

Dogadaji:	Preduslovi:	Postuslovi:
1	nema	b
2	a, b	c
3	c	d, a
4	d	nema

Ovako opisani sistem lako se moze modelirati pomocu petrijeve mreze kod koje su dogadaji prelazi a uslovi pozicije. Na sl.2 predstavljan je odgovarajuci model.



Slika 2.

5. Zaključak

Kao što se iz izloženog primera može videti modeliranje sistema sa logičkom strukturom pomoću Petrijevih mreža (grafova) je veoma efektan način za prelazak sa opisnog na grafički način prikazivanja. Osnovna odlika ovakvog načina predstavljanja je asinhronost posto ne figurise pojam vremena. Međutim poredak nastanka događaja a time i logika funkcionisanja su u potpunosti definisani. Zato ovako dobijeni modeli omogućavaju dalju analizu strukture u cilju njene optimizacije.

Literatura

- [1] Proth J.M and Xie X. "PETRI NETS", JOHN WILEY & SONS, Chichester, England, 1996.
- [2] Peterson J. "PETRI NET THEORY AND THE MODELLING OF SYSTEMS", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1981.

MODELLING OF LOGIC STRUCTURE BY PETRY NETS

Abstract

In this paper is given fundamental definitions which is use in process modelling of logic structure by Petry Nets. Present is one example. Graphic presentation is use for effective analysis and optimization of logic systems.

B.Dimitrov, I.Dimitrov¹**ZAVARIVANJE BAKRA I TITANA EKSPLOZIJOM****Izvod**

Zavarivanje titana sa bakrom otežano je velikom razlikom osobina i stvaranjem krutih intermetalida. Spojevi zadovoljavajućih osobina mogu se dobiti zavarivanjem eksplozijom. Zavarivanjem bakra i titana eksplozijom ostvaren je kvalitetan spoj što su sprovedena istraživanja i pokazala. Ovi rezultati se praktično mogu primeniti na izradi "matične ploče" koja služi u elektrolizi bakra za izradu početne ploče za dobijanje katodnog bakra. U radu se daju dva postupka izrade ovog spoja i to: tačkasto zavarivanje bakarnog nosača i ploče titana i zavarivanje dve ploče bakra i titana. U oba slučaja zavarivanje se ostvaruje eksplozijom.

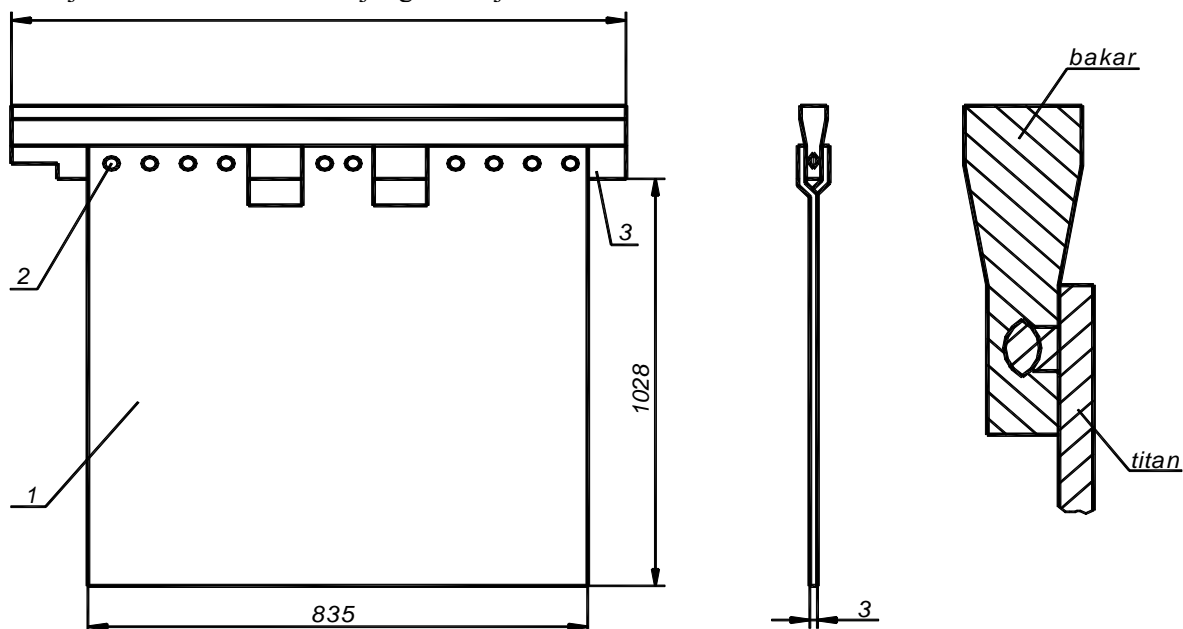
Ključne reči: bakar, titan, zavarivanje eksplozijom.

UVOD

U elektrolizi bakra se kao matična ploča koristi ploča od titana, čije su dimenzije 3x835x1000. Ova ploča je vezana za bakarni nosač. Izgled matične ploče koju izrađuje engleska firma "Kynoch Works" iz Birminghama prikazan je na slici 1. Sa slike se vidi da je veza između titana i bakra ostvarena na taj način što je oko titanovog jezgra (poz.1) odliven bakarni nosač (poz.2), a sama ploča titana (poz.3) za jezgro titana vezana tačkastim zavarivanjem titana za titan.

Obzirom da tehnologija zavarivanja eksplozijom omogućava zavarivanje raznorodnih materijala čak i kod velike razlike fizičko-hemijskih karakteristika, autori ovog rada su upravo na principima ove tehnologije ostvarili vezu bakra i titana.

Zavarivanje bakra i titana ostvareno je na dva načina i to: tačkasto zavarivanje eksplozijom i kompletno zavarivanje u smislu izrade dvoslojnog materijala Cu-Ti.



Slika 1

¹ Prof. dr Bogoljub Dimitrov dipl.ing.maš. , Institut za bakar , Zeleni Bulevar 35, 19210 Bor, E-mail: bogoljub@ibb-bor.co.yu
Ivan Dimitrov dipl.ing.maš., Institut za bakar , Zeleni Bulevar 35, 19210 Bor

ZAVARIVANJE BAKRA I TITANA EKSPLOZIJOM

Titan i bakar spadaju u grupu metala koji su sposobni da među sobom reaguju hemijski i da ostvaruju hemijska jedinjenja. Ako ta jedinjenja predstavljaju krte intermetalide onda se klasične metode ne mogu primenjivati. Pri zavarivanju eksplozijom zakoni stvaranja ovakvih veza i dalje ostaju isti. Međutim veze ostvarene zavarivanjem eksplozijom imaju određene prednosti nad vezama ostvarenim drugim postupcima. Razlog tome je kratkotrajnost procesa zavarivanja, pa je ostvareni međusloj minimalan, a poseban oblik spoja (talasasti) čini ga pogodnijim za korišćenje u tehnici.

Kvalitet spoja u prvom redu u ovom slučaju zavisi i od režima – parametara zavarivanja. U ovom slučaju brzina detonacije eksploziva treba da bude što manja kako ne bi došlo do pojave rastopljenih delova metala u spoju koji oslabljuju vezu, ali sa druge strane dovoljno velika da obezbedi odgovarajući pritisak kako bi uopšte došlo do zavarivanja. Iz tog razloga se kod ovog para primenjuje tzv. mekši režim zavarivanja, a to znači da brzina tačke kontakta, što je kod paralelne šeme zavarivanja isto što i brzina detonacije eksploziva, bude u granicama od 1500 – 1800 m/s.

Kod zavarivanja bakra i titana i ispitivanja kvaliteta njihovog spoja došlo je do pojave stvaranja intermetalnih jedinjenja (CuTi) čija se tvrdoća kretala između 400 – 470 HV. Tvrdoća titana iznosi 250 – 300 HV a bakra 100 – 120 HV.

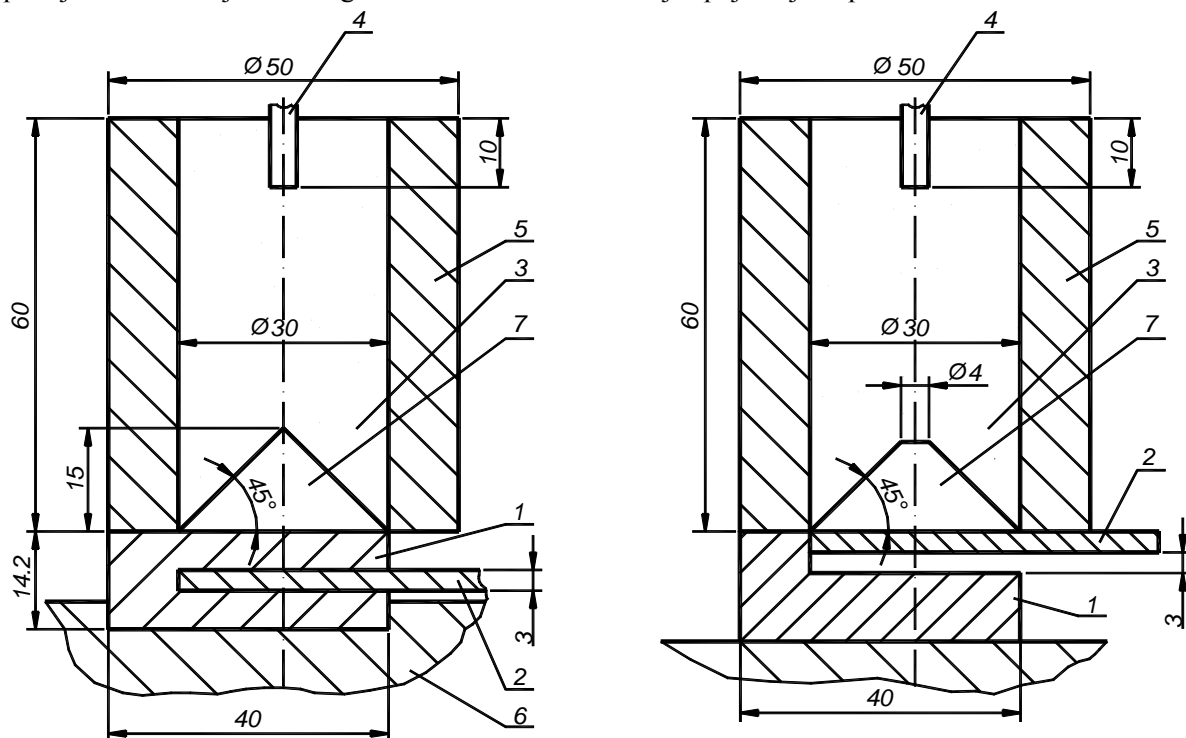
Čvrstoća spoja ispitivana je istezanjem (na specijalno izrađenim epruvetama za ispitivanje bimetala). Vrednost čvrstoće iznosila je 180 MPa. Čvrstoća spoja ostvarenih zavarivanjem eksplozijom po pravilu je veća od čvrstoće slabijeg materijala.

U ovom slučaju je došlo do malog odstupanja (čvrstoća bakra iznosi 200 MPa), a razlog tome je zona spoja u kojoj ima uključaka istopljenog metala. Međutim imajući u vidu opterećenja koja treba da izdrži ovaj spoj u toku eksploatacije matične ploče, može se sa velikom sigurnošću zaključiti da dobijeni spoj u potpunosti zadovoljava eksploatacione uslove.

IZRADA MATIČNE PLOČE

Za izradu matične ploče upravo je korišćen postupak zavarivanja bakra i titana eksplozijom. U ovom radu su predstavljene dve varijante pomenutog spoja.

Prva varijanta slika 2 predstavlja mogućnost ostvarivanja veze titana i bakra tačkastim zavarivanjem eksplozijom. Ova varijanta omogućava dva načina ostvarenja spoja koji su prikazani na slikama 2a i 2b.



2a

2b

Slika 2

Na bakarnom nosaču (sl.2a) 1, u prethodno urađeni žleb postavlja se ploča od titana 2. Neposredno na bakarni nosač postavlja se eksplozivno punjenje 3 čiji oblik i dimenzije obezbeđuje čaura 5. Sve to leži na čeličnoj osnovi 6. Iniciranje eksplozije se vrši detonatorom 4. Da bi se izvršilo tačkasto zavarivanje na više mesta, kako bi se dobio čvrst i kvalitetan to se gnezda prema sl.2a postavljaju celom dužinom bakarnog nosača jedno do drugog. Iniciranje svih gnezda vrši se istovremeno.

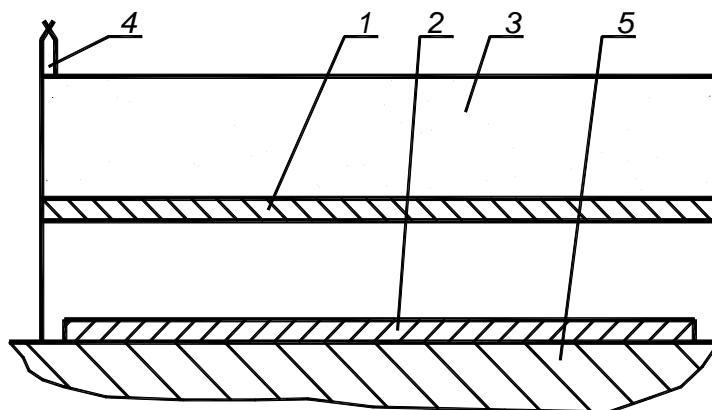
Na slici 2b je takođe prikazan postupak tačkastog zavarivanja s tom razlikom što je ploča titana postavljena sa strane bakarne šine. Sve oznake su iste kao i na sl. 2a. Ovaj način je jednostavniji jer ne zahteva veliku pripremu odnosno izradu žljeba u bakarnom nosaču.

Druga varijanta se zasniva na plakiranju bakarne ploče debljine 25 mm pločom titana od 3 mm debljine. Na taj način se dobija bimetal Cu – Ti zavaren po čitavoj površini (2). Proces plakiranja je sproveden po šemi prikazanoj na slici 3.

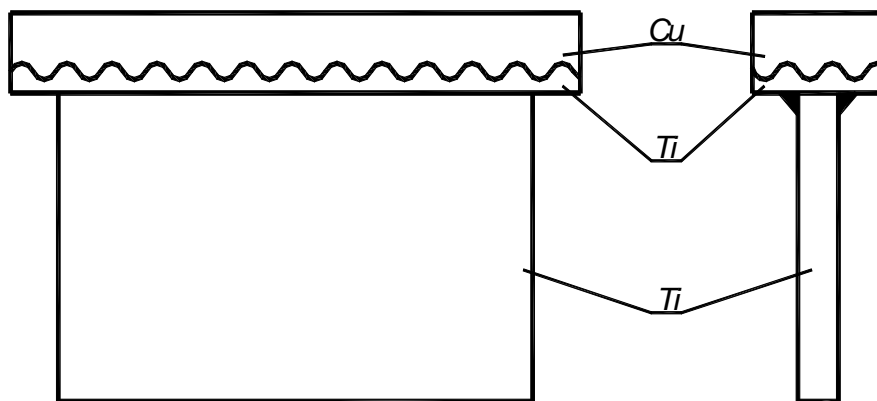
Bakarna ploča 2 se postavlja na temelj 5 a na određenom rastojanju od nje se postavlja ploča od titana 1 na kojoj se postavlja eksploziv 3. Iniciranje se vrši detonatorom 4.

Posle završenog procesa zavarivanja ploča iz dobijenog bimetal se vrši sečenje šipki potrebnih dimenzija a nakon toga se vrši zavarivanje titana za titan klasičnim postupcima. Izgled spoja Cu – Ti karakteriše se sledećim osobinama: jako izražena i dosta pravilnog oblika linija spoja govori o veoma kvalitetnom spoju.

Konstruktivni izgled matične ploče izrađene na osnovu druge varijante prikazan je na slici 4.



Slika 3



Slika 4

ZAKLJUČAK

Dobar spoj koji zadovoljava sve eksploatacione zahteve može se, kako su pokazali izvedeni eksperimenti dobiti i jednom i drugom varijantom. Zbog kvalitetnijeg spoja a manje pripreme predlaže se kao povoljnija druga varijanta.

Druga varijanta obezbeđuje najkvalitetniji spoj u smislu najmanjeg omskog otpora, što je veoma važno u procesu elektrolize. Sa stanovišta čvrstoće kao i ekonomičnosti izrade takođe se predlaže kao konačna druga varijanta.

LITERATURA

- [1] A. A. Deribas, Fizika uproćenija i svarki vzrivom, Najka 1972.
- [2] B. Dimitrov, Zavarivanje eksplozijom, XVI Oktobarsko savetovanje, Bor 1984.
- [3] B. Dimitrov, Karakteristike bimetala Č-Cu dobijenog zavarivanjem eksplozijom, XXXI O.S. Bor 1999.
- [4] V. I. Lisak, V. S. Sedih, Opredelenie kritičeskih granica procesov svarki vzrivom. Svaročnoe proizvodstvo N° 5, 1989.

EXPLOSIVE WELDING OF COPPER AND TITAN

Abstract

Welding of copper and titan is very difficult because there are big differences between characteristics of these two metals. Welded joints with satisfactory characteristics can be produced by explosive welding. Welded joints of copper and titan are used for making of basic plate in prpcess of copper electrolysis. This paper shows two procedures of producing high quality welded joints of copper and titan: spot welding of copper beam and titan plate, and welding of copper plate and titan plate. In both cases welding is accomplished by explosion.

Key words: *copper, titan, explosive welding.*



M. Gašić, M. Savković¹⁾

UTICAJ KRIVINE POLUGE TRAVERZE NA PROMENU NAPONA PRI AKSIJALNOM OPTEREĆENJU

REZIME

Elementi konstrukcija u obliku krivih štapova imaju značajnu primenu u mašingradnji a posebno kod mehanizama za dizanje tereta . U radu su analizirani neki teorijski izrazi za izračunavanje napona na mestu krivine kao i uporedna analiza sa rezultatima eksperimentalnih ispitivanja. Analiza napona vršena je pri statičkom i dinamičkom aksijalnom opterećenju.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Poluga traverze je deo mehanizma koji se često sreće kao konstruktivna forma u mašingradnji a najčešće kod dizaličnih mašina koje rade u livnicama. Poluga je aksijalno opterećena ekscentričnim silama zatezanja, pri čemu opterećenje može biti statičko i dinamičko. Zbog funkcije poluge njen poprečni presek je složenog oblika sa težišnom osom u obliku krive. Dinamičko opterećenje poluge nastaje usled oscilovanja tereta kao i neravnomernosti rada sistema za podizanje.

Proračun čvrstoće poluge traverze kao krivog štapa, bazira se na pretpostavkama: da poprečni preseki imaju bar jednu osu simetrije, osa poluge (krivog štapa) je kriva koja leži u ravni simetrije i spoljašnje sile deluju u ravni simetrije.

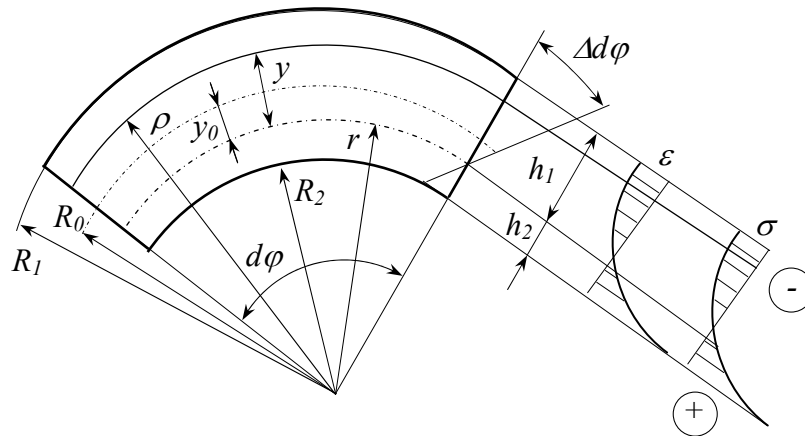
2. DEFINISANJE PROBLEMA

Osnovna karakteristika savijanja krivolinijskih štapova jeste da je dužina podužnih vlakana različita po visini poprečnog preseka. Kod pravolinijskih štapova važi pretpostavka da je veličina izduženja štapa jednaka po visini poprečnog preseka odnosno da je $ds = ds_0 = const$, što nije slučaj sa krivolinijskim štapovima. Kod krivolinijskih štapova oblik dijagrama apsolutnih izduženja $dw = \Delta ds$ ne poklapa se sa dijagramom relativnog izduženja $\varepsilon = \frac{\Delta ds}{ds}$.

Prilikom definisanja napona na krivom delu štapa usvaja se hipoteza ([2], [3], [5], [6]) ravnih preseka, tj. da preseki koji su pre deformacije bili ravni i normalni na osu štapa, ostaju i posle deformacije ravni i normalni na osu deformisanog štapa. Na pravcima koji su paralelni neutralnom sloju stanje napona i deformacija jednako je po širini. Ako se sa y_0 označi rastojanje neutralne linije od težišne linije izduženje bilo kojeg vlakna za vreme savijanja je $y \cdot d\varphi$, a odgovarajuće specifično izduženje vlakna iznosi (slika 1):

$$\varepsilon = \frac{y}{r + y} \cdot \frac{\Delta d\varphi}{d\varphi} \quad (1)$$

1) Prof. dr Milomir Gašić, dipl.ma.inž., gasic.m@maskv.edu.yu
Doc. dr Mile Savković, dipl.ma.inž., savkovic.m@maskv.edu.yu
Mašinski fakultet Kraljevo, Dositejeva 19, 36 000 Kraljevo



Slika 1

Poznavajući dilataciju, može se odrediti vrednost normalnog napona [2]:

$$\sigma = \frac{y}{\rho} \cdot \frac{\Delta d\varphi}{d\varphi} \cdot E \quad (2)$$

Pri ekscentričnom dejstvu aksijalne sile na krivi štap (polugu traverze), napon u ivičnom vlaknu iznosi:

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M_x}{A \cdot y_0} \cdot \frac{h_2}{R_2} \quad (3)$$

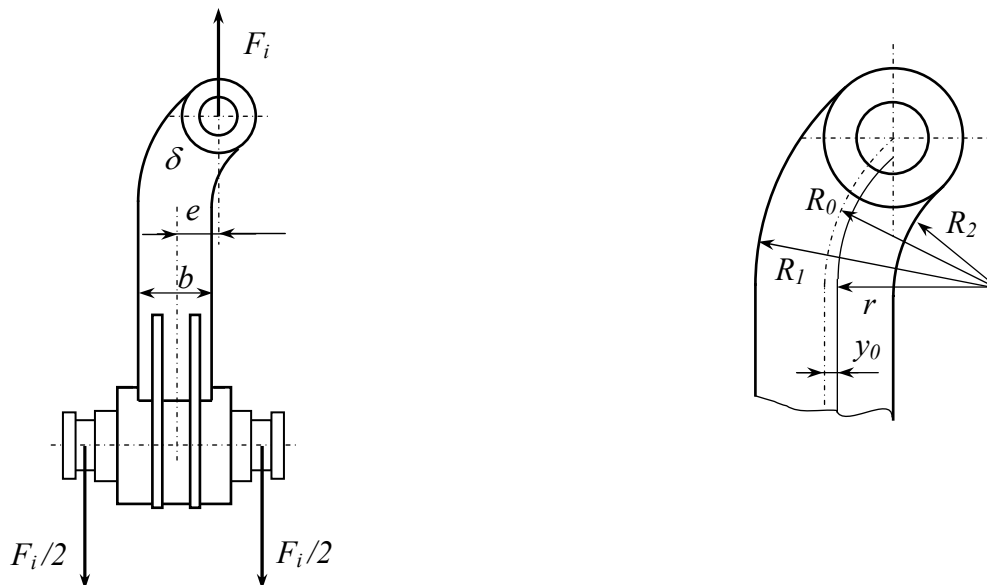
U literaturi se mogu sresti i izrazi [3]:

$$\sigma = \frac{M}{A \cdot r} \cdot \left[1 + \frac{1}{\chi} \cdot \frac{h_1 + h_2}{2 \cdot r \cdot (h_1 + h_2)} \right] \quad (4)$$

odnosno [4]:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{A \cdot r} + \frac{M_y}{Z_y} \cdot \frac{r_s}{r + z(s)}; \quad (5)$$

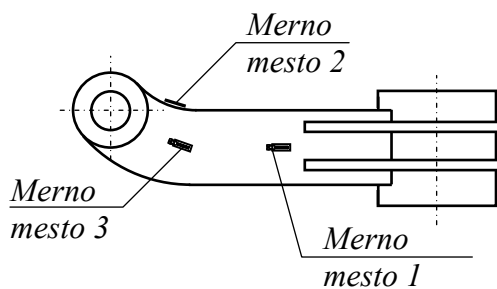
U ovom radu analizirano je stanje napona za polugu traverze prikazane na slici 2.



Slika 2

3. ANALIZA REZULTATA

Za pravolinijski deo poluge traverze raspodela napona je ista kao kod pravolinijskog štapa. Rezultati analize napona na pravolinijskom i krivolinijskom delu provereni su eksperimentalnim merenjima, pomoću mernih traka koje su postavljene na mestima prikazanim na slici 3a i 3b.



a)



b)

Slika 3

Vrednosti napona na pravom delu (mesto 1) i unutrašnjem delu krivine poluge traverze (mesto2) prema izrazu (3) iznose:

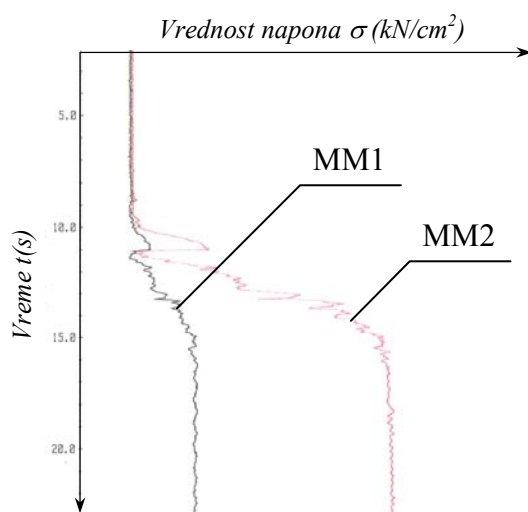
$$\sigma_1 = 1.4 \text{ kN/cm}^2 \quad \sigma_2 = 6.0 \text{ kN/cm}^2$$

Srednje vrednosti napona na odgovarajućim mernim mestima prikazane su u tabeli 1.

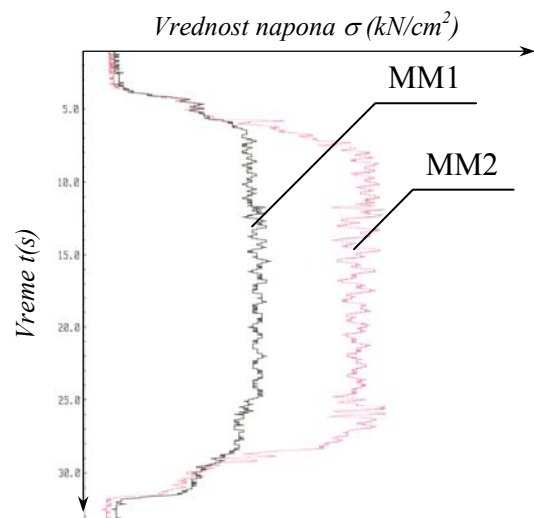
Tabela 1.

Poluga traverze broj 1	Vrednost izmerenog napona na odgovarajućem mernom mestu [kN/cm ²]		
	MM1	MM2	MM3
Statičko merenje			
Merenje br. 1	1.3	5.7	0.6
Merenje br. 2	1.4	5.8	0.9
Merenje br. 3	1.6	6.4	1.1
Dinamičko merenje			
Merenje br. 4	1.1	6.6	0.6
Merenje br. 5	1.3	6.8	0.7
Merenje br. 6	1.5	7.2	0.8

Prikaz jednog merenja sa statičkim opterećenjem (merno mesto 1 i merno mesto 2), dat je na slici 4a, a sa sa dinamičkim opterećenjem (merno mesto 1 i merno mesto 2), dat je na slici 4b.



a)



b)

Slika 4

4. ZAKLJUČAK

Analizirajući eksperimentalne i teorijske rezultate zaključuje se da na mestu krivine dolazi do skoka napona. Promenu napona prilikom dejstva statičkog opterećenja moguće je teorijski opisati sa zadovoljavajućom tačnošću. Značajna odstupanja se pojavljuju pri dejstvu dinamičkog opterećenja, tako da je za korišćenje izraza za napone pri statičkom opterećenju neophodno korigovati koeficijentima koji uzimaju u obzir dinamičke uticaje.

Za navedeni primer analiza eksperimentalnih rezultata pokazuje da je vrednost dinamičkog koeficijenta 1.2.

5. LITERATURA

- [1] Gašić M., Savković M.:” Analiza naponskog stanja i ispitivanje poluge traverze za prenošenje potpornih valjaka”, Mašinski fakultet Kraljevo, Kraljevo 2005.
- [2] Aleksandrov A.V., Potapov V.D., Deržavin B.P.:”Soprotivlenie materialov”, Vysšaq škola, Moskva 2001.
- [3] Scheffler M.:”Grundlagen der Fordertechnik – Elemnte und Triebwerke”, Deutche Bibliothek, Minhen 1994.
- [4] Warkenthin W.:”Tragwerke der Fordtechnik 1”, Deutche Bibliothek, Minhen 1999.
- [5] Timošenko S.:”Otpornost materijala”, Građevinska knjiga, Beograd 1972.
- [6] Petković Z., Ostrić D.:”Metalne konstrukcije u mašinogradnji 1”, Mašinski fakultet Beograd, Beograd 1996.
- [7] Evnevič A.V.:”Gruzopodčemnye i transportiruwxie mašiny na zavodah stroitelčnyh materialov”, Mašgiz, Moskva 1962.

THE INFLUENCE OF CURVATURE OF CROSS RAIL LEVER ON THE STRESS CHANGE WITH AXIAL LOAD

ABSTRACT

Structure elements based on curved levers have an important application in machinery especially at mechanisms for goods lifting. In this paper some theoretic expressions for stress calculation at curvature area are analyzed and comparative analysis is also done with the experimental researches results. The stress analysis was done with static and dynamic axial load.



B.Bojović¹

FRAKTALNI PARAMETRI U TRIBOLOGIJU POLIMERA

Rezime

Široka primena polimera u tribološke svrhe uslovlila je obimna istraživanja, koja za cilj imaju smernice za pravilan izbor materijala za dalju uspešnu primenu. Rezultati sugerišu postojanje optimalne hrapavosti površina u kontaktu. Jedan od mogućih pristupa u identifikaciji i klasifikaciji obrađenih površina, kao i predikcija tribološkog ponašanja je primena fraktalnih parametara.

Ključne reči: Polimeri, tribologija, fraktalna dimenzija

1.0 UVOD

U prošlom veku su polimeri (guma, plastika i kompozitni polimeri) prošli razvojni put od novog pronalaska do najvažnije komponente u brojnim industrijama. Njihova zastupljenost je posledica neprekidnih tehnoloških inovacija, koje rezultiraju novim materijalima sa jedinstvenim svojstvima. Time im je omogućena uspešna primena i ekonomična proizvodnja. Trenutno se polimeri upotrebljavaju za spregnute parove sa metalima i ostalim materijalima. Njihova tribološka svojstva, kao što su otpornost na habanje i mali koeficijent trenja, ih čine dobrim izborom, te se uobičajeno koriste kod kućnih aparata, automobilskih motora, veštačkih zglobova kod ljudi, u aerokosmotehnici, kao i u procesnoj industriji hrane.

Široka primena polimera u tribološke svrhe uslovlila je obimna istraživanja, koja za cilj imaju smernice za pravilan izbor materijala za dalju uspešnu primenu. Rezultati sugerišu postojanje optimalne hrapavosti površina u kontaktu. Jedan od mogućih pristupa u identifikaciji i klasifikaciji obrađenih površina, kao i predikcija tribološkog ponašanja je primena fraktalnih parametara.

Fraktalna geometrija se može primeniti za kvantitativnu analizu teksture granične linije opiljaka nastalih habanjem. Fraktalna dimenzija obrađene površine ili njenog reprezentativnog profila, kao i fraktalna dimenzija kontaktne zone, se može primeniti za klasifikaciju i predikciju tribološkog ponašanja, uzimajući u obzir samo topologiju date površine.

U radu su predstavljeni inostrani i domaći istraživački naporu u primeni fraktalnih parametara u dijagnostikovanju i predikciji u kontaktnim pojavama.

2.0 PREGLED STANJA U TRIBOLOGIJU POLIMERA

Široka primena polimera (guma, plastika i kompozitni polimeri) u tribološke svrhe uslovlila je obimna istraživanja, koja za cilj imaju smernice za pravilan izbor materijala za dalju uspešnu primenu. Posebnu pažnju su tribologičari tokom devedesetih godina prošlog veka posvetili eksperimentalnoj studiji uticaja hrapavosti na trenje i habanje pri kliznom kontaktu inženjerske plastike i metala. Deo te studije se u ovom radu prenosi.

Zahvaljujući svojoj jačini, hemiskoj otpornosti i svojstvu samo-podmazivanja, polimeri se biraju kao jedino rešenje za određenu primenu u konstrukciji mašina. Polimeri poznati kao termoplastični su polukristalna inženjerska plastika sa visokom jačinom i krutošću. Imaju dobru termalnu otpornost i zadovoljavajuću otpornost na vučenje te se koriste kao materijali otporni na habanje.

¹ mr Božica Bojović, dipl.inž.maš., e-mail: bbojovic@mas.bg.ac.yu
Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Kraljice Marije 16., Beograd

2.1 Trenje i habanje inženjerske plastike

Eksperimentalna istraživanja triboloških performansi izvedena od strane internacionalne grupe autora [7] su obuhvatila dve kategorije testiranja sa opterećenjem od 100N u trajanju od 2h i od 200 N u trajanju od 1h. Prilikom posmatranja kliznog kontakta bez podmazivanja između inženjerske plastike i čelika uočeno je da prosečna vrednost koeficijenta trenja opada sa porastom hrapavosti površine čeličnog materijala. Hrapavost metalne površine kaljenog i temperovanog čelika, koja je dolazila u kontakt sa površinom različitih polimera (poliamida i poliacetala) je varirala od glatke ($R_a=0.02-0.08\mu\text{m}$) do hrapave ($R_a=0.1-0.3\mu\text{m}$). Uopšteno, poliamidi (PA) imaju srednji koeficijent trenja i nizak stepen habanja. Poliacetali (polioksimetilen homopolimer POM-H i polietilen terefatat obogaćen čvrstim politetrafluor etilenom PETP/PTFE) imaju veću sposobnost kristalizacije usled svoje molekularne strukture, vrlo dobru dimenzijsku stabilnost i bolju otpornost na adhezivno habanje.

Zaključak za prvu kategoriju testiranja je uočavanje tendencije smanjenja koeficijenta trenja pri kontaktu inženjerske plastike i hrapave metalne površine. Habanje je manje kod glatke metalne površine. Poliamidi imaju veći koeficijent trenja bez obzira na hrapavost u odnosu na poliacetale. POM-H ima nizak koeficijent trenja i najniži stepen habanja bez obzira na hrapavost metalne površine. PETP/PTFE ima nizak koeficijent trenja koji zavisi od hrapavosti metalne površine. Kod druge kategorije testiranja uticaj hrapavosti metalne površine je manji, odnosno opada sa povećanjem opterećenja. Uopšteno je koeficijent trenja u uvom slučaju manji i poliacetali imaju manju vrednost u odnosu na poliamide. Stepem habanja se smanjuje zahvaljujući efektu samo-podmazivanja. Šire posmatrano, trenje polimera uopšteno zavisi od adhezije između spregnutih površina. Povećanje hrapavosti površine u kontaktu, pri većim brzinama utiče na povećanje koeficijenta trenja, odn. posledično i na temperaturu. Rezultati ukazuju na različite vrednosti koeficijenta trenja u zavisnosti od hrapavosti, posebno pri nižim opterećenjima.

Ispitivanja triboloških svojstava polimera su obuhvatila i habanje, koje se razmatralo u funkciji od tipa sredstva za podmazivanje i topografije površina u kontaktu [6]. Polietilen visoke gustine, politetrafluoroetilen i polietereterketon (PEEK) se mnogo koriste kao materijali za ležaje. Važna činjenica koja se može izvući iz navedenih istraživanja je ta da je bez obzira na konfiguraciju kontakta stepen habanja polimera veoma mali. Habanje pri klizanju polimera po metalu je uglavnom uslovljeno zamorom koji izaziva razvoj naprsina i odlamanje, ali je daleko slabije nego kod frikcionog para metal-metal. Istaknuto je da uslovi pod kojima se izvode ispitivanja utiču na sam mehanizam habanja, morfologiju čestica (opiljaka) skinutih pri habanju (*eng. debris*), kao i na tribološko ponašanje inženjerske plastike. Ovo je suštinski razlog zbog koga na osnovu morfologije opiljaka može odrediti tribološko ponašanje plastičnih materijala.

2.2 Tendencije primene fraktalne geometrije u tribologiji polimera

Opšte prihvaćen model trenja između polimera i metala obuhvata dva mehanizma: adheziju u kontaktnoj zoni i deformaciju polimera. Hrapava površina uvećava komponentu deformacije, dok kod glatke adhezija postaje važnija. Komponenta trenja koja potiče od adhezije odgovara proizvodu realne kontaktne zone i jačini polimera kao mekšeg materijala u frikcionom paru. Fraktalna geometrija već duže vreme nudi adekvatniji model kontaktne zone poznat kao fraktalni model Bori-Bruneta (*Borri-Brunetto*), kod koga raspored kontaktnih zona podseća na ostrvski arhipelag (*eng. lacunarity set*). Fraktalna dimenzija kontaktne zone predstavlja parametar za uspešno poređenje i valjanu predikciju tribološkog ponašanja obrađene površine. Fraktalna dimenzija profila obrađene površine je još jedan od parametara koji može predstavljati ne samo meru hrapavosti, već i dobru meru kontaktnih karakteristika. Da bi pronašli efektni način dijagnostikovanja i predikcije osobina polimera pri habanju, inostrana istraživanja [5] su obuhvatila njihovu vezu sa morfologijom opiljaka habanja, koristeći pri tom fraktalnu geometriju. Fraktalna geometrija je primenjena za kvantitativnu analizu teksture granične linije opiljaka.

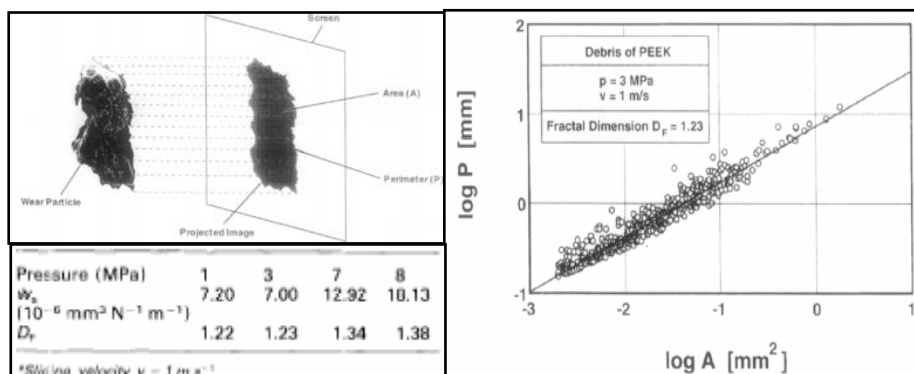
U radu su prikazani neki od rezultata inostranih istraživanja sakraja prošlog i početka ovog veka, kao i onih sprovedenih na Katedri za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta u Beogradu.

3.0 FRAKTALNA DIMENZIJA U TRIBOLOGIJU

3.1 Fraktalna dimenzija opiljaka habanja

Zaključeno je da je kombinovani mehanizam koji se sastoji od mikrorezanja, plastičnog tečenja i ljuštenja (*eng. fatigue delamination*) odgovoran za ponašanje polimera pri habanju. Kako uslovi pod kojima

se izvede ispitivanja utiču na morfologiju opiljaka može se tribološko ponašanje plastičnih materijala odrediti na osnovu morfologije opiljaka [5]. Opiljci habanja su fraktalni oblici i mogu se kvantifikovati fraktalnom dimenzijom, na osnovu potvrđene zavisnosti između granične linije fraktalnog objekta i njegove površine. Kako je istraživanje pokazalo, funkcionalna zavisnost fraktalne dimenzije od opterećenja je slična onoj kod specifičnog stepena habanja (slika 1). Upravo zato se fraktalna dimenzija opiljaka može smatrati valjanom merom stepena habanja na osnovu koje se može odrediti ponašanje polimera pri habanju.

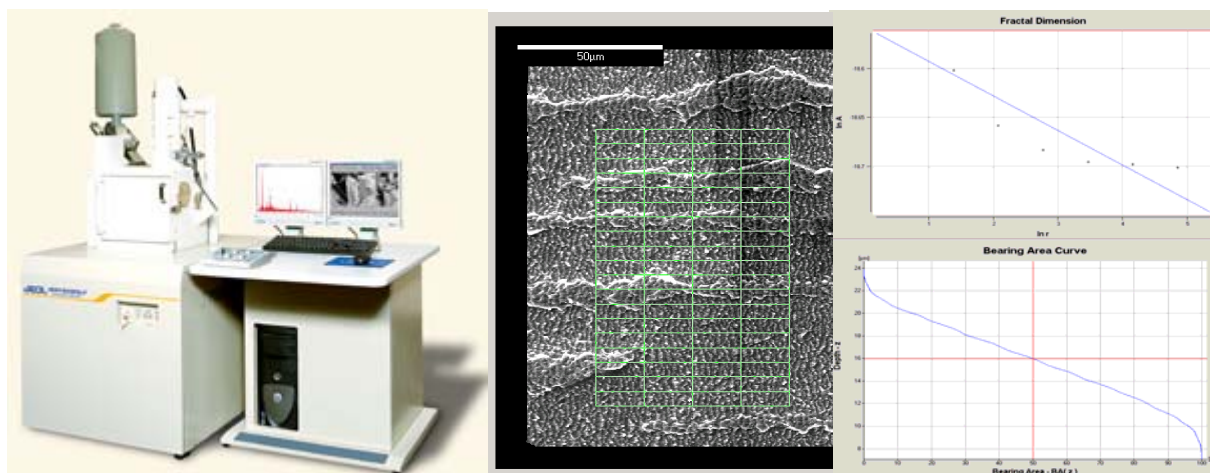


Slika 1. Opiljak sa projekcijom (gore levo), log-log dijagram zavisnosti granične linije P i površine projekcije A (gore desno), zavisnost specifičnog stepena habanja W_s i fraktalne dimenzije opiljka D_r od pritiska (dole levo), preuzeto iz [5]

3.2 Fraktalna dimenzija obrađene površine

Činjenica da je relativna hrapavost spregnutih površina, važan faktor u tribologiji kliznog para polimer-metal, može se sa sigurnošću tvrditi da se dalja istraživanja moraju usmeriti upravo ka određivanju fraktalnih parametara hrapavosti obrađene površine.

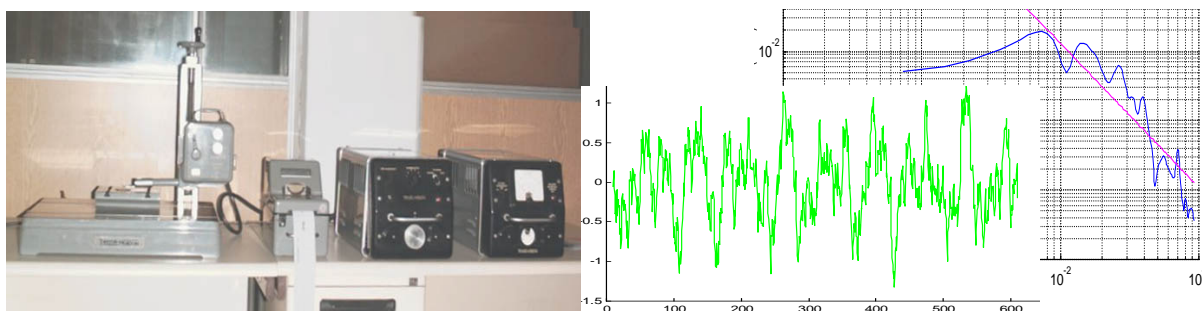
Tradicionalna kontaktna metoda dvodimenzionalnog snimanja hrapave površine, koja se pojavila sredinom prošlog veka je i dalje prisutna. Napredne trodimenzionalne metode merenja hrapave površine obuhvataju kontaktne uređaje sa skenirajućim pipkom AFM (*eng. Atomic Force Microscopy*), STM (*eng. Scanning Tunneling Microscopy*), kao i bezkontaktne uređaje optičke profilometre, SEM (*eng. Scanning Electron Microscopy*). Na slici 2 je prikazan jedan SEM sa pridruženim konvencionalnim softverom MeX, koji osim standardnih parametara hrapavosti i nosivosti obrađene površine daje fraktalnu dimenziju.



Slika 2. Mikroskop SEM JOEL 6480LV (levo) i log-log dijagram zavisnosti površine A selektovane zelenim od mere r (gore desno) za određivanje fraktalne dimenzije i kriva nošenja (dole desno) iz softverskog paketa MeX, preuzeto sa [4]

Iako snimljena površina obezbeđuje precizniji zapis, a samim tim i sigurniju predikciju tribološkog ponašanja, snimanje profila profilometrom je ostao najjednostavniji način prikupljanja podataka o topologiji hrapave površine. Poseban značaj profilometru daje činjenica da je najzastupljeniji u industrijskom okruženju, čime istraživanja vezana upravo za određivanje fraktalne dimenzije hrapave površine na osnovu

njenog profila dobijaju veći praktičan značaj. Na slici 3 je prikazan TALYSURF-3 na kome su izvedena istraživanja ZMA na Katedri za proizvodno mašinstvo, a koja su prikazana u [1].



Slika 3. Profilometar TALYSURF-3 (desno) i snimljeni profil obrađene površine (zeleno) sa dijagramom eksperimentalnog (plavo) i teorijskog (roze) spektra snage (levo)

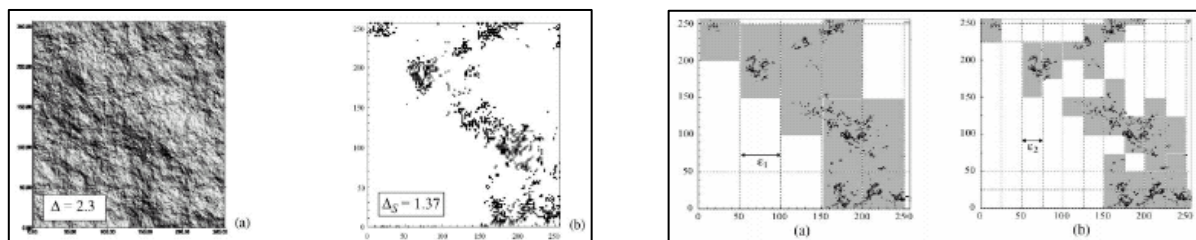
Snimljeni profil je osnova za fraktalnu analizu izvedenu u MATLAB-u, koja pruža izdvajanje fraktalne dimenzije profila. Višegodišnji istraživački naponi autora su bili usmereni na eksperimentalno potvrđivanje teze da je fraktalna dimenzija kao parametar pogodna za identifikaciju, klasifikaciju, kao i modeliranje obrađene površine., a sve na osnovu fraktalne dimenzije i Vajerštrasove funkcije (1). Osnovni parametri ove Vajerštrasove funkcije su: najveća amplituda zapisa Z_0 , što predstavlja usrednjenu vrednost standardom definisane najveće visine neravnina; dužina talasa L , koja je određena spektralnom metodom i koja odgovara standardom definisanoj veličini koraka brazde i fraktalna dimenzija zapisa D , određena metodom konture.

$$z(x) = Z_0 (1 - \gamma^{D-2}) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos(2\pi\gamma^n \frac{x}{L} + n\phi)}{\gamma^{(2-D)n}} \quad (1)$$

Identifikacija i modeliranje obrađene površine primenom fraktalne geometrije čini samo početak i daje dobru osnovu za dalju primenu. Fraktalni pristup se može primeniti kod proučavanja kontaktnih pojava, procesa habanja i trenja. Ocena kvaliteta obrađene površine na osnovu jednog ili grupe parametara je jedno, a predikcija njenog ponašanja u kontaktu sa drugom površinom nešto sasvim drugo. Adekvatan model za predikciju do sada nije postojao, ali se primenom fraktalnih objekata dolazi do novih i boljih modela koji to omogućavaju.

3.3 Fraktalna dimenzija kontaktne zone

U modeliranju kontakta prihvaćen je fraktalni model Bori-Bruneta kod koga raspored kontaktnih zona podseća na ostrvski arhipelag slika 4, koji se sa uvećanjem rezolucije razvija u mnoštvo sve manjih kontaktnih zona. U граниčnom slučaju bi se kontaktna zona svela na beskonačno veliki skup infinitesimalnih površina, da nije efekta međusobne interakcije vrhova hrapave površine.

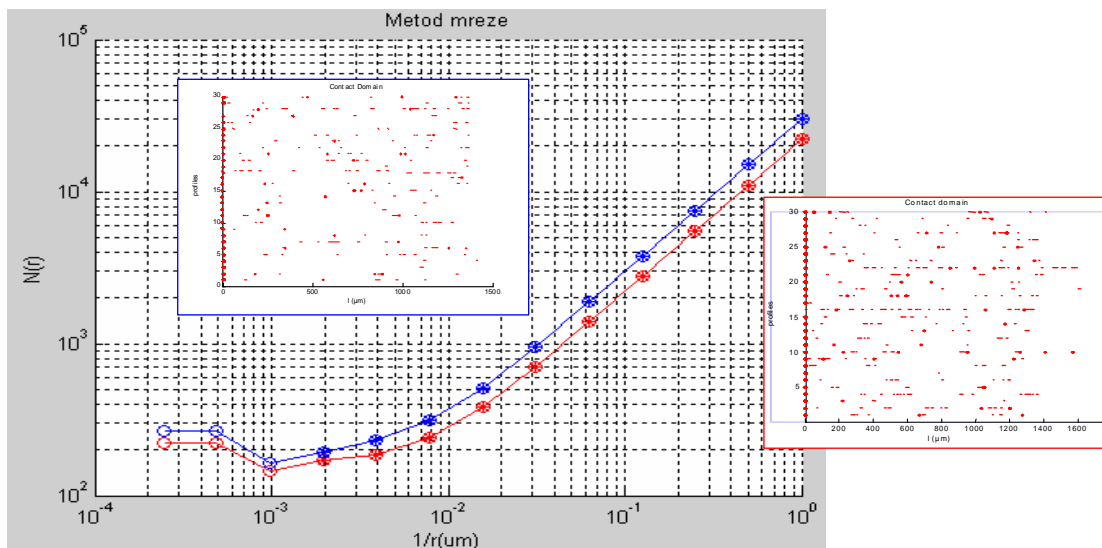


Slika 4. Sintetička površina (levo a) i njena kontaktna zona (levo b) i određivanje fraktalne dimenzije kontaktne zone metodom *box-counting* (desno) preuzeto iz [3]

Fraktalna dimenzija arhipelaga se određuje metodom mreže (*eng. box-counting method*). Navedeni metod, detaljno opisan u [3], je jedan od najčešće primenjivanih u praksi, posebno za objekte koji se mogu vizuelizovati kao slika. Zahvaljujući fraktalnoj dimenziji moguće je upoređivati kontaktne zone obrađenih površina sa različitim hrapavošću, ili pak pratiti razvoj fraktalne dimenzije date površine tokom čitavog procesa opterećenja. Na osnovu ostrvskog modela kontaktne površine i prikazanih rezultata [3] pruženi su sledeći zaključci. Što je obrađena površina hrapavija to je površina zone kontakta manja, jer je veći broj

praznina, a manji broj ostrva u arhipelagu. Kada se prevede na fraktalnu dimenziju, koja omogućava poređenje površine, zaključak glasi: što je fraktalna dimenzija površine veća, to je fraktalna dimenzija arhipelaga manja.

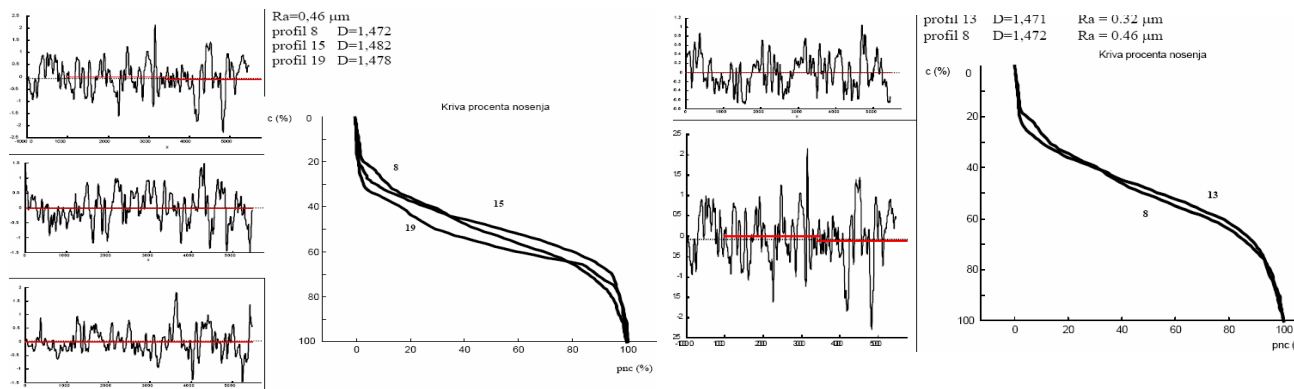
Iako se na osnovu trodimenzionalnog snimanja savremenim mernim uređajem može odrediti kontaktna zona i fraktalni parametri komercijalnim softverskim paketima (slika 3), sopstvena istraživanja su obuhvatila procenu kontaktne zone na osnovu profilometarskih podataka koji su u okviru naše industrije daleko dostupniji od onih dobijenih elektronskim mikroskopima. Na slici 5 je prikazana komparacija dve površine na osnovu procene fraktalnih dimenzija njihovih kontaktnih zona. Poređenjem dobijenih rezultata se ističe da se sa povećanjem hrapavosti uvećava vrednost fraktalne dimenzije površine, odnosno smanjuje vrednost fraktalne dimenzije odgovarajuće kontaktne zone. Navedeni zaključci su u skladu sa drugim istraživanjima.



Slika 5. Dijagram zavisnosti broja mere $N(r)$ od mere (r) sa odgovarajućim profilima određenih obrađenih površina

Opsežna istraživanja u oblasti kontaktnih pojava, su inspirisala autora da proveri tezu da je fraktalna dimenzija profila hrapave površine (dobijena kao što je u odeljku 3.2 opisano) dobra mera i kontaktnih karakteristika obrađene površine. U okviru [2] je potvrđena teza da je za profile sa bliskim vrednostima srednjeg aritmetičkog odstojanja, a različitim vrednostima fraktalne dimenzije, kriva procenta nošenja različita i da se površina ispod nje uvećava sa porastom vrednosti fraktalne dimenzije. Takođe, krive procenta nošenja profila, koji imaju različito srednje aritmetičko odstojanje, a istu fraktalnu dimenziju se poklapaju, tj. obrađene površine kojima profili pripadaju, bi se isto ponašale u eksploataciji.

Na slici 6 su prikazane krive procenta nošenja za izabrane profile, koje predstavljaju zavisnost vrednosti procenta nošenja profila p_{nc} od nivoa preseka profila c . Što je površina ispod krive veća, to je i



Slika 6. Komparacija nosivosti hrapavih površina na osnovu krivih nošenja reprezentativnih profila obrađenih površina

ponašanje profila u kontaktnim pojavama bolje. Na osnovu navedenog, vizuelnim poređenjem krivih se mogu rangirati profili kao "bolji ili lošiji" sa aspekta "nošenja", iako ih osnovni parametar hrapavosti označava kao iste. Na osnovu slike 6 se može zaključiti kako profilu sa boljim kontaktnim karakteristikama odgovara veća fraktalna dimenzija. Može se zaključiti kako je pogodno zameniti krivu procenta nošenja parametrom, čija brojna vrednost pruža uvid u funkcionalnost obrađene površine za čiji je profil vezana i omogućava predikciju njenog ponašanja pri eksploataciji.

4.0 ZAKLJUČAK

Široka primena polimera u tribološke svrhe uslovlila je obimna istraživanja, čiji rezultati sugerišu postojanje optimalne hrapavosti površina u kontaktu. Jedan od mogućih pristupa u identifikaciji i klasifikaciji obrađenih površina, kao i predikcija tribološkog ponašanja je primena fraktalnih parametara.

Fraktalna dimenzija obrađene površine ili njenog reprezentativnog profila, je dobra mera hrapavosti i nosivosti i kao takva se može koristiti za klasifikaciju i predikciju. Fraktalna dimenzija kontaktne zone je dobra mera nosivosti obrađene površine, i tribološkog ponašanja u smislu habanja i trenja. Fraktalna dimenzija opiljaka može smatrati valjanom merom stepena habanja na osnovu koje se može odrediti ponašanje polimera pri habanju.

U radu su predstavljeni inostrani i domaći istraživački naporu u primeni fraktalnih parametara u dijagnostikovanju i predikciji u kontaktnim pojavama.

Uopštteni zaključak je taj da se fraktalna dimenzija može primeniti za klasifikaciju i predikciju tribološkog ponašanja, uzimajući u obzir samo topologiju date površine.

LITERATURA

- [1] Aračić, B., 2D modeliranje obrađene površine primenom fraktalne geometrije; Magistarska teza, Beograd, 2000.
- [2] B. Bojović, M. Kalajdžić, "Fraktalni pristup u diferencijaciji obrađenih površina", 29. savetovanje proizvodnog mašinstva, Zbornik radova na CD, 2002.
- [3] Borri-Bruneto, M., Chiaia, B., Ciavarella, "Incipient Sliding of Rough Surfaces in Contact: a Multiscale Numerical Analysis", Journal Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, No 190, pp. 6053-6073., 2001.
- [4] www.alicon.com
- [5] Zhang, M., Lu, Ping., Friedrich, K., "On the Wear Debris of PEEK: Fractal Dimension in Relation to Wear Mechanism", Tribology International Vol.30, No 2, pp.87-102, 1997.
- [6] Zhang, S., "State-of-the-art of Polymer Tribology", Tribology International Vol.31, No 1-3, pp.49-60, 1998.
- [7] Zsidai, L., De Baets, P., Samyn, P., Kalacska, G., Van Peteghem, A., Van Parys, F., "The Tribological Behaviour of Engineering Plastics During Sliding Friction Investigated with Small Scale Specimens", Wear, No 253, pp. 675-688 2002.

B.Bojovic

FRACTAL PARAMETERS IN POLIMER TRIBOLOGY

Summary

Extensive application of polymers for tribological purposes causes wide research in order to achieve feather successive application by material adequate choose. The results suggest existence of optimal counterface roughness. One of many possible approaches for surface identification and classification, as well as tribology behavior prediction is fractal geometry.

Key words: Polimers, Tribology, Fractal dimension



Бурыкин В.В.¹, Клименко С.А.², Танович Л.³

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОГЕОМЕТРИИ ПОРИСТОГО НАПЫЛЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКЕ

Аннотация

Приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований влияния условий полирования алмазным лепестковым кругом и пористости обрабатываемого материала на шероховатость напыленных покрытий. Предложены зависимости для расчета высотных параметров шероховатости поверхности, учитывающие глубину пор и степень пористости напыленного материала.

1. ВВЕДЕНИЕ

Эффективным средством обеспечения долговечности изделий являются технологии, основанные на нанесении на их рабочие поверхности защитных покрытий и придании напыленному слою требуемых свойств. Наряду с физико-химическими свойствами материала поверхностного слоя, ресурс работы деталей определяется геометрическими параметрами поверхности.

Широкими возможностями в формировании микрогеометрии поверхностных слоев деталей машин обладает метод полирования лепестковыми кругами. Однако, при финишной механической обработке напыленных материалов наличие пор нарушает сплошность металла, и поэтому с увеличением пористости заметно снижаются параметры качества напыленной поверхности и механические свойства покрытий. Кроме того, поры в покрытиях играют роль концентраторов напряжений и снижают антикоррозионную стойкость материала. Наличие пор в покрытиях, с одной стороны, является не желательным, а для некоторых изделий, например конструкций, работающих под высоким давлением, вообще недопустимо, с другой — поры улучшают эксплуатационные свойства поверхностей трения, так как играют роль смазочных карманов [1].

Одной из важнейших проблем при обработке пористых материалов является обеспечение контроля параметров шероховатости поверхностного слоя. Однако до настоящего времени многие вопросы, относящиеся к влиянию пористости покрытия на шероховатость поверхности, остаются невыясненными или спорными.

2. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОЛИРОВАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

Анализ результатов исследований [2] указывает, что при шлифовании алмазными лентами на поверхности деталей с покрытиями имеются поры различной величины, глубина которых может превышать глубину абразивных царапин, оставшихся после обработки. Установлено, что значение высотных параметров неровностей для покрытия одного вида определяется наличием в нем единично крупных редко расположенных пор, для покрытия другого вида — наличием множества мелких густо расположенных пор. Превышение фиксируемой величины шероховатости Ra над ее действительным значением, формируемым при шлифовании алмазными блоками АЛШЛ плазменных покрытий достигает 45–185 % в зависимости от характеристик применяемого инструмента.

Целью настоящего исследования было изучение микрогеометрии поверхностного слоя, обработанного лепестковыми кругами, напыленных плазменных покрытий с порами.

¹ К.т.н. Виталий В. Бурыкин, ОАО «Большевик», г. Киев, пр. Победы, 56

² Д.т.н. Сергей А. Клименко, ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев, ул. Автозаводская, 2

³ Проф., д-р Любодраг Танович, Машиностроительный ф-т Белградского ун-та, г. Белград, 27. марта 80

Использовали образцы из стали 40X с напыленными плазменными покрытиями из порошковых высоколегированного сплава ХВС-3 (1,5% С; 12% Cr; 6,5% V; 0,4% Cu; Fe – основа) и никельалюминиевого сплава ПН85Ю15 (12–15% Al; Ni — основа). Твердость покрытий 45–55 HRC с пористостью соответственно 7–12 % и 4–6 %. При шлифовании использовались лепестковые круги 1A1 AC2 50/40–4 В3-06. Обработка производилась с охлаждением содовым раствором.

Шероховатость обработанной поверхности измерялась с помощью системы «Талисерф-М120» (Великобритания). Результаты исследований показали (рис. 1, а), что применение инструмента с радиальным расположением лепестков при обработке плазменных покрытий не всегда позволяет достичь шероховатость поверхности $Ra < 0,2$. Поэтому для осуществления финишной обработки напыленных покрытий разработан инструмент, совместивший достоинства шлифовальной ленты и лепесткового круга с радиально расположенными лепестками. Предложенная конструкция круга с корпусом для комбинированного крепления лепестков при углах наклона $\alpha = 30–60^\circ$ позволяет снизить параметр шероховатости поверхности с плазменными покрытиями до $Ra 0,05–0,10$ и относительный расход алмазов в 1,2 – 1,3 раза по сравнению с расходом алмазов при обработке инструментом с радиальным креплением лепестков.

Исследования процесса полирования плазменных покрытий такими кругами позволили установить зависимость шероховатости поверхности Ra от деформации лепесткового круга δ , его скорости v_k , продольной подачи $S_{пр}$, окружной скорости детали v_d и времени обработки τ . На их основе разработаны обоснованные рекомендации по выбору инструмента и условий обработки.

При лепестковом полировании съём напыленного материала производится в пределах дефектного слоя поверхности детали, сформировавшегося на предыдущей обработке. Интенсивность процесса формирования микрогеометрии поверхности максимальны в начальный период времени обработки ($\tau < 15–30$ с), когда наблюдается значительное снижение высоты неровностей. В дальнейшем продолжительность полирования не оказывает существенного влияния на высоту неровностей (см. рис. 1, б). Продолжительность полирования зависит от пористости (Π %) напыленного покрытия. При малой пористости требуемое качество поверхности достигается быстрее.

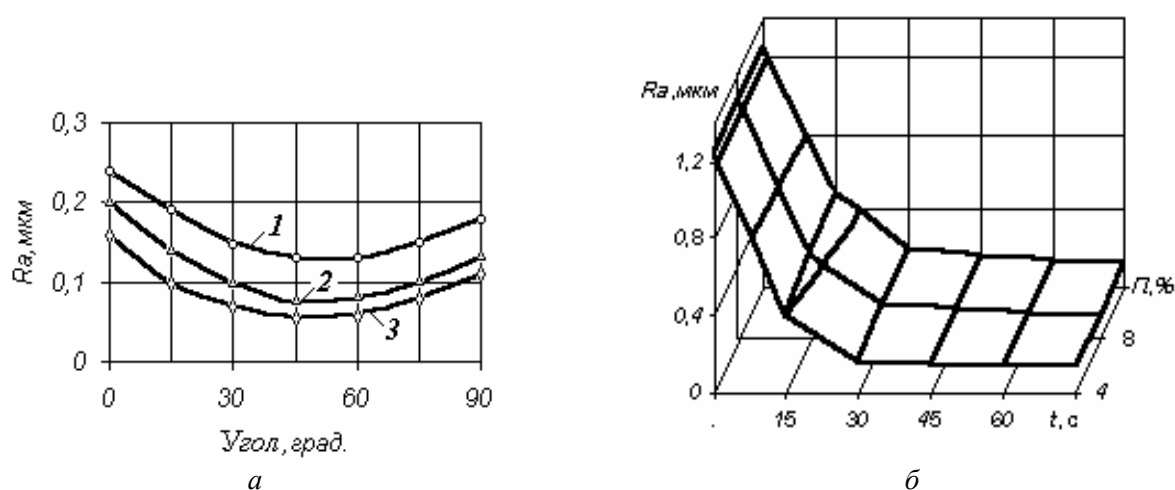


Рис. 1. Зависимость шероховатости поверхности от угла наклона лепестков круга (а), времени полирования и пористости напыленного материала (б) при полировании покрытий (СОТС — 1%-ный содовый раствор): а. 1 – ПР-15Х12Ф6Д; 2 – ПН85Ю15; 3 – ПГСР-4 ($\delta = 1,2$ мм; $\tau = 60$ с; $S_{пр} = 1,0$ м/мин; $v_k = 27$ м/с; $v_d = 0,5$ м/с); б. ПН85Ю15 ($\delta = 1,0$ мм; $v_k = 27$ м/с; $v_d = 0,5$ м/с; $S_{пр} = 1,0$ м/мин)

Наибольшее влияние на параметры шероховатости поверхности оказывает величина деформации круга δ и его скорость $v_{кр}$.

Пористость материала плазменных покрытий обуславливает сложности в определении микрогеометрических параметров обработанной поверхности. Поры завышают реальное значение параметров шероховатости поверхности, найденные с помощью профилографа-профилометра. На значение величины геометрических характеристик поверхности оказывают влияние параметры хаотически расположенных пустот, их количества на обработанной поверхности детали.

3. ОЦЕНКА ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ С УЧЕТОМ ПОРИСТОСТИ

При оценке параметров шероховатости поверхности во многих случаях принимается нормальный закон распределения ординат профиля неровностей. Однако, анализ профилограмм с пористых поверхностей свидетельствует о явно ненормальном законе их распределения и показывает, что в зависимости от уровня сечения совокупность ординат профиля может быть условно разделена на два участка — в шероховатом слое и в порах.

В работе [3] предложена расчетно-экспериментальная методика оценки параметров шероховатости пористых поверхностей, учитывающая данные неровностей для случая отсутствия пор (максимальная величина неровностей профиля поверхности на участке без пор R'_{max}) и характеристики пор (пористость K , максимальная глубина пор R''_{max}). При этом под порой понимается геометрическое искажение профиля поверхности ниже шероховатого слоя (без учета пористости).

В соответствии с рис. 2, ордината профиля ОХ разбивается на два участка — в пределах шероховатого $0-R'_{max}$ и пористого слоя $R'_{max}-R''_{max}$. На первом участке опорная кривая (P) определяется по зависимости

$$P = b \cdot \left(\frac{x}{R'_{max}} \right)^v \cdot (1 - K), \quad (1)$$

где x — уровень сечения профиля;

R'_{max} — максимальная высота неровностей без учета наличия пор;

b, v — параметры степенной аппроксимации начального участка опорной поверхности профиля без пор.

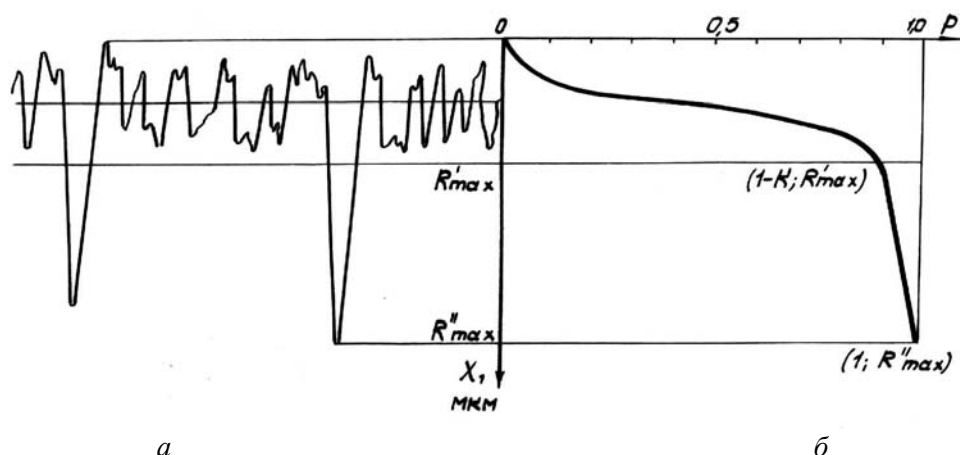


Рис. 2. Профиль неровностей пористой поверхности (а) ($VУ=20000$; $ГУ=200$) и кривая опорной поверхности с совокупной порой (б).

Представив все поры, на поверхности исследуемого образца, в качестве единой совокупной поры в виде кругового конуса либо пирамиды, обращенных в глубь обработанного материала, высота которых соответствует глубине максимальной поры, а площадь основания — сумме площадей всех пор в материале. Сечение совокупной поры будет иметь вид треугольника, основание которого соответствует сумме всех отрезков в пределах исследуемого сечения поверхности, отвечающих порам, а высота которой соответствует глубине максимальной поры. В этом случае, на втором участке опорная кривая (P) рассчитывается по формуле

$$P = cx + d, \quad (2)$$

где c, d — коэффициенты линейного уравнения.

Коэффициенты линейной зависимости (2) определяются из следующих соображений.

Опорная кривая проходит через точки с координатами $(1; R''_{max})$ и $(1-K; R'_{max})$, что позволяет записать систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} 1 = cR''_{max} + d \\ 1 - K = cR'_{max} + d \end{cases} \quad (3)$$

и откуда выражения для коэффициентов имеют вид

$$c = \frac{K}{R''_{max} - R'_{max}}, \quad (4)$$

$$d = 1 - \frac{K}{R''_{max} - R'_{max}}. \quad (5)$$

Опорная кривая обработанной поверхности является функцией распределения вероятностей (P) наличия не срезанного при обработке материала на уровне x , таким образом

$$P = \begin{cases} (1 - K) \cdot b \cdot \left(\frac{x}{R'_{max}} \right)^v, & \text{на участке } 0 \leq x \leq R'_{max} \\ cx + d & R'_{max} \leq x \leq R''_{max} \end{cases} \quad (6)$$

Пользуясь зависимостью (6), можно определить текущие значения t_p для всех ординат профиля x от 0 до R''_{max} .

Среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости обработанной поверхности определяется как первый абсолютный центральный момент распределения ординат профиля [5], интегральная функция которого имеет вид

$$Ra = \int_{-\infty}^{+\infty} |x - m_x| P'(x) dx, \quad (7)$$

где, m_x — математическое ожидание величины x ;

$P'(x)$ — плотность распределения величины x .

Величина математического ожидания ординат профиля определяется из уравнения

$$m_x = \int_{-\infty}^{+\infty} x P'(x) dx. \quad (8)$$

Плотность распределения величины x определяется выражением

$$P'(x) = \begin{cases} (1 - K) \cdot vb \cdot \frac{x^{v-1}}{R'^v_{max}}, & \text{на участке } 0 \leq x \leq R'_{max} \\ c & R'_{max} \leq x \leq R''_{max} \end{cases}. \quad (9)$$

Математическое ожидание величины x описывается зависимостью

$$m_x = \frac{m'_x \cdot R'_{max} + m''_x \cdot (R''_{max} - R'_{max})}{R''_{max}}. \quad (10)$$

Определим значения m'_x и m''_x :

$$m'_x = \int_0^{R'_{max}} (1 - K) \cdot vb \cdot \left(\frac{x}{R'_{max}} \right)^v dx = \frac{(1 - K) \cdot vb \cdot R'_{max}}{1 + v}, \quad (11)$$

$$m''_x = \int_{R'_{max}}^{R''_{max}} c dx = c (R''_{max} - R'_{max}) = K. \quad (12)$$

После подстановки в уравнение (8) получим

$$m_x = \frac{(1 - K) \cdot vb \cdot \left(R'_{max} \right)^2}{1 + v} + K \cdot \left(R''_{max} - R'_{max} \right) = \frac{(1 - v) \cdot vb \cdot \left(R'_{max} \right)^2 + K \cdot \left(R''_{max} - R'_{max} \right) (1 + v)}{R''_{max} (1 + v)}. \quad (13)$$

Подставляя численное значение m_x в (4) получаем величину опорной длины на уровне средней линии — t_m .

Возвращаясь к определению Ra , получим:

$$Ra = \int_0^{R''_{max}} |x - m_x| P'(x) dx = Ra_1 + Ra_2 + Ra_3 \quad (14)$$

После соответствующих преобразований имеем:

при $m_x \geq R'_{max}$

$$Ra_1 = \int_0^{R'_{max}} (m_x - x) P'(x) dx = (1 - K) b \left(m_x - \frac{\nu}{\nu + 1} R'_{max} \right), \quad (15)$$

$$Ra_2 = \int_{R'_{max}}^{m_x} c(x - m_x) dx = \frac{1}{2} c \left(m_x - R'_{max} \right)^2, \quad (16)$$

$$Ra_3 = \int_{m_x}^{R''_{max}} c(x - m_x) dx = \frac{1}{2} c \left(R''_{max} - m_x \right)^2. \quad (17)$$

при $m_x < R'_{max}$

$$Ra_1 = \int_0^{m_x} (m_x - x) P'(x) dx = \frac{(1 - K) b m_x^{\nu+1}}{(\nu + 1) R'^{\nu}_{max}}, \quad (18)$$

$$Ra_2 = \int_{m_x}^{R'_{max}} c(x - m_x) (1 - K) \nu b \frac{x^{\nu-1}}{R'^{\nu}_{max}} dx = \quad (19)$$

$$= (1 - K) b \left[\frac{\nu}{1 + \nu} R'^{\nu}_{max} - m_x + \frac{m_x^{\nu+1}}{R'^{\nu}_{max} (1 + \nu)} \right],$$

$$Ra_3 = \int_{R'_{max}}^{R''_{max}} c(x - m_x) dx = \frac{1}{2} c \left(R''_{max} - R'_{max} \right) \cdot \quad (20)$$

$$\left(R''_{max} + R'_{max} - 2 m_x \right).$$

Для математической обработки результатов экспериментальных исследований разработана программа на ПЭВМ.

На рис. 3 представлен пример зависимости среднего арифметического отклонения профиля обработанной поверхности покрытия от наибольшей высоты профиля на участке без пор и параметров пористости поверхностного слоя.

Анализ полученных результатов показывает, что среднее арифметическое отклонение профиля поверхности (Ra) в значительной мере определяется геометрическими параметрами пор в обрабатываемом материале.

Применительно к процессу лепесткового полирования напыленного покрытия повышение параметра шероховатости поверхности Ra в результате учета пористости при $K = 4\%$; $Ra''_{max} = 1-10$ мкм; $R'_{max} = 0,5$ мкм составляет 105–160 % и при $R'_{max} = 0,9$ мкм — 110–130 %.; при $K = 8\%$ — соответственно 110–210 % и 115–165 %. При изменении K до 20 % происходит увеличение Ra соответственно на 120–365 % и 145–260 %.

Как видно из полученных результатов, при большой величине неровностей на плато, влияние пористости на величину высотных параметров шероховатости с порами менее значимо.

Глубина пор изменяет значения высотных параметров шероховатости поверхности. С ростом глубины пор это влияние увеличивается. При $K = 4\%$; $Ra''_{max} = 1-10$ мкм; $R'_{max} = 0,5$ мкм увеличение Ra составляет 175–275 %, при $R'_{max} = 0,9$ мкм — 265–320 %.; при $K = 8\%$ — соответственно 340 % и 375 %. При изменении K до 20 % увеличение высоты неровностей составляет соответственно 535 и 475 %.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценив по предложенной методике шероховатость поверхности изделия из пористого материала, можно назначить режим обработки и выбирать инструмент, который обеспечил бы заданную шероховатость, величина которой должна корректироваться, исходя из коэффициента пористости и глубины пор в обрабатываемом материале.

Таким образом, результаты приведенных экспериментальных и теоретических исследований образования параметров состояния поверхностного слоя при обработке пористых материалов позволяют установить взаимосвязь параметров микрогеометрии поверхности с условиями их обработки, научно обоснованно подойти к их обеспечению.

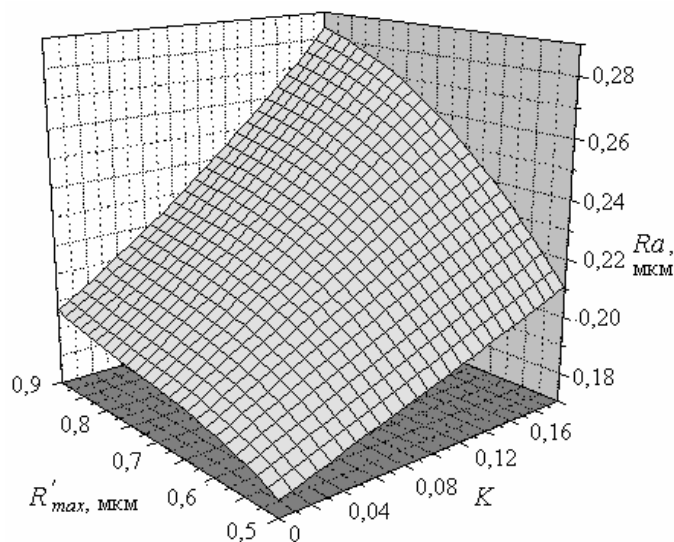


Рис. 3. Влияние открытой пористости покрытия и максимальной высоты неровностей на участке без пор на величину среднего арифметического отклонения профиля пористой поверхности при $b = 1,0$, $v = 1,8$, $R''_{max} = 1$ мкм

ЛИТЕРАТУРА

1. Газотермические покрытия из порошковых материалов: Справ. / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л. Сидоренко, Е.Н. Ардатовская, — К.: Наук. думка, 1987.— 544 с.
2. Покладий Г.Г., Олейников А.Б. Оценка шероховатости обработанной поверхности газотермических покрытий // Сверхтвердые материалы.—1988.—№1.— С. 58–59.
3. Бурькин В.В., Клименко С.А. Аналитические исследования влияния пористости напыленного материала на шероховатость обработанной поверхности // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем: Зб. наук. праць.— Краматорськ: ДДМА, 2004.— С. 81—86.

FORMATION OF THE MICROGEOMETRY OF A POROUS SPRAYED SURFACE LAYER IN FINISHING

Abstract

The paper deals with experimental and theoretical studies of the effect of polishing workpieces with a diamond leaf wheel and the porosity of the workpiece material on the roughness of sprayed coatings. The relations for calculations of the surface roughness height parameters are suggested, which allow for the depth of pores and the degree of the sprayed material porosity.

Петраков Ю.В., д.т.н., проф., НТУУ “КПИ”, Киев, Украина

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ФРЕЗЕРОВАНИЯ КОНТУРОВ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Предлагается новый метод управления фрезерованием контуров на станках с ЧПУ, который позволяет на этапе технологической подготовки производства с помощью САМ-системы спроектировать скорректированную траекторию формообразующего движения и определить оптимальный закон управления подачей по эквидистанте.

В современном машиностроении часто используются детали, функциональное назначение которых обеспечивается сложными 3-D поверхностями, среди которых значительную часть составляют детали со сложными контурами. К таким деталям относятся пресс-формы, штампы, детали класса корпусов, рычагов, кронштейнов. Обработка контуров, как правило, осуществляется фрезерованием на станках с ЧПУ, а технологическая подготовка производства выполняется с помощью САМ-систем.

На этапе технологической подготовки решаются две основные задачи:

1. Расчет траекторий движения инструмента на черновых проходах и траектории формообразующего движения с формированием управляющих программ для постпроцессора станка.
2. Выбор инструмента и назначение режимов резания.

Процесс контурного фрезерования характеризуется существенной квазистационарностью, что обусловлено изменением всех параметров процесса резания в значительном диапазоне даже при равномерном припуске. Причем, закон изменения параметров срезаемого слоя может быть рассчитан на этапе технологической подготовки производства, поскольку он определяется геометрическими условиями формообразования контура в замкнутой технологической обрабатывающей системе (ТОС). Не смотря на это, известные САМ-системы при проектировании управляющей программы для станка с ЧПУ не учитывают такие особенности процесса, что приводит к ухудшению точности, качества обработки и к потере производительности. Кроме того, при функционировании таких систем используется только геометрическая информация, что ведет к игнорированию реальных режимов резания и возможных коллизий (потеря устойчивости процесса, поломка фрезы) [1].

Для повышения эффективности процесса контурного фрезерования предлагается на этапе технологической подготовки формировать скорректированную с учетом упругих деформаций ТОС траекторию формообразующего движения на последнем проходе и закон управления подачей по этой траектории из условия стабилизации процесса резания на всех участках контура. Такое управление легко реализуется на современных станках с ЧПУ и не требует никакой модернизации.

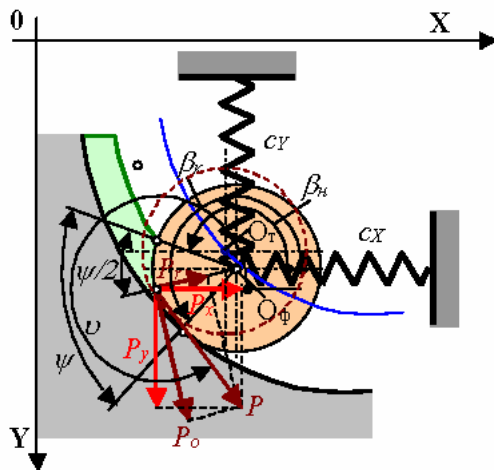


Рис.1. Расчетная схема фрезерования контура

Проектирование программы для станка с ЧПУ, содержащей необходимую для управления информацию, выполняется при имитационном моделировании процесса контурного фрезерования в соответствии с общими принципами [1], которые вытекают из анализа замкнутой ТОС (рис.1).

На схеме пунктирной линией показано положение фрезы с центром в точке O_m при движении по геометрической (теоретической) эквидистанте без учета резания. Под действием силы резания происходят деформации упругих связей жесткостью c_x и c_y (приведенные жесткости ТОС) и центр инструмента смещается в точку O_ϕ .

Окружная составляющая силы резания при встречном фрезеровании цилиндрической фрезой определяется эмпирической зависимостью:

$$P_o = C_p S_{z\phi}^{x1} H_{\phi}^{x2} BzD^{x3}, \quad (1)$$

где C_p, x_1, x_2, x_3 - эмпирические коэффициент и показатели степени, $S_{z\phi}, H_\phi$ - фактические подача на зуб и глубина резания, B - ширина фрезерования, D, z - диаметр и количество зубьев фрезы.

Учитывая, что при фрезеровании радиальная составляющая $P_r = 0,4P_o$, составляющие P_x и P_y силы резания можно определить по зависимостям, которые вытекают из геометрических соотношений рис.1:

$$P_y = -P_o \sin \vartheta, \quad P_x = P_o \cos \vartheta, \quad (2)$$

где $\nu = \arctg(P_o/P_r) - \beta_k + \psi/2$ (все обозначения смотри на рис.1).

Алгоритм, который моделирует процесс фрезерования в замкнутой ТОС в соответствии с обобщенной функциональной схемой, учитывает не только деформации, определяющие фактическое положение инструмента, но и скорость деформации, которая влияет на мгновенное значение подачи. Передаточную функцию, которая определяет изменение подачи, можно найти, исходя из следующих соображений.

Элементарное перемещение фрезы на один шаг выполняется за время $t=h/S_{\text{мин}}$, где $S_{\text{мин}}=S_z z n_\phi$ - минутная подача. Упругая деформация на элементарном шаге h моделирования:

$$\Delta_{XY} = \sqrt{(\delta_{X_i} - \delta_{X_{i-1}})^2 + (\delta_{Y_i} - \delta_{Y_{i-1}})^2}.$$

Поэтому, на каждом элементарном перемещении фактическая минутная подача $S_{\phi\text{мин}}$ отличается от заданной:

$$S_{\phi\text{мин}} = (h - \Delta_{XY})/t.$$

После подстановки в представленное выше выражение полученной формулы для времени t , нетрудно найти:

$$S_{z\phi} = S_{z3} (1 - \Delta_{XY} / h). \quad (3)$$

Для расчета скорректированной траектории перемещения центра фрезы в соответствии с принципом управления по априорной информации, необходимо найти передаточные функции замкнутой упругой системы по координатным осям. Учитывая существенную нелинейность модели, эти передаточные функции находятся численным методом на каждом элементарном шаге моделирования:

$$W_x = \delta_x / x_\phi, \quad W_y = \delta_y / y_\phi.$$

При достаточно малом шаге моделирования ошибка представления пренебрежимо мала, что позволяет получить требуемую на практике точность расчетов. Так, при шаге 0.2 мм ошибка расчета деформаций не превышает 1 мкм.

Таким образом, координаты скорректированной траектории находятся по зависимостям:

$$x_k = x_m (1 + W_x), \quad y_k = y_m (1 + W_y). \quad (4)$$

Поскольку модель дает возможность определить фактическую силу резания, возможна проверка инструмента на прочность. Расчет допустимой подачи по прочности выполняется по зависимости [2], которую можно представить в несколько измененном для удобства вычислений виде:

$$[S_z]_{\text{дон}} = C_3 \frac{D^{5,21}}{\left(Bz \sqrt{k_\phi l^2 + D^2} \right)^{1,35} H_\phi^{1,16}}, \quad (5)$$

где D, z, l - диаметр, количество зубьев и длина консоли фрезы.

Коэффициент C_3 определяется в зависимости от границы прочности для материала фрезы и материала детали. Например, при $[\sigma]=800 \text{ МПа}$ имеем:

- ✓ для обработки сталей $C_3 = 0,056, k_\phi = 2,56$;
- ✓ для обработки легких сплавов $C_3 = 0,36, k_\phi = 1,44$.

На кафедре технологии машиностроения НТУУ «КПИ» разработано программное обеспечение для выполнения имитационного моделирования контурного фрезерования с учетом математической модели (1-5) (рис.2,а). Созданная прикладная программа может использоваться автономно, либо в составе САМ-системы для подготовки программы станка с ЧПУ. В результате имитационного моделирования процесса контурного фрезерования формируются массивы значений скорректированной траектории движения центра фрезы и закона управления подачей, что обеспечивает постоянные условия резания на всех участках контура детали.

Моделирования процесса фрезерования замкнутого внутреннего контура детали начинается с задания геометрических параметров контуров детали и заготовки (рис.2,б) на графическом поле главного интерфейса программы. Причем контур составляется из стандартных геометрических образов (отрезок прямой, дуга окружности), которые содержатся в соответствующем меню. Для обеспе-

чения нормального функционирования алгоритма проектирования траекторий движения и определения участка врезания и отвода инструмента на последнем проходе, необходимо любой из прямолинейных участков контура разбить на два так, как это показано на рис.2,б в точке $A[150, 100]$. При выборе контура заготовки изображается лишь внутренний контур, в данном случае - в виде окружности, что соответствует предварительно просверленному в заготовке отверстию.

На следующем этапе задают параметры процесса резания и ТОС в окнах соответствующего интерфейса (рис.2,а). Жесткости ТОС в направлении координат приняты одинаковыми 20000 Н/мм, неконтролируемые зазоры отсутствуют. Следует отметить, что жесткость инструмента учитывается дополнительно и зависит от диаметра и длины вылета фрезы.

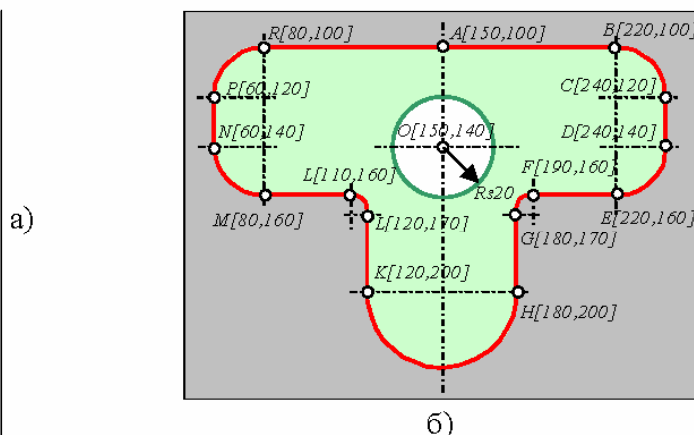
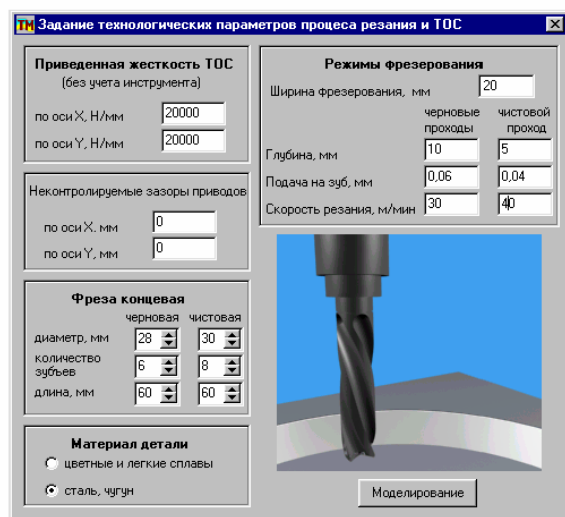


Рис. 2. Интерфейс программы и эскиз контура детали и заготовки

Результаты моделирования процесса фрезерования контура представлены на рис.3. Предыдущее фрезерование контура выполняется за два прохода: рис.3, а) - первый проход, б) - второй проход, в) – предыдущее фрезерование закончено. Переход от первой траектории на вторую и отвод после окончания выполняется по прямым с наклоном под 45° к контуру на определенном при графическом задании месте. Расчетное время предыдущей обработки составляет 7,21 минуты.

При моделировании заключительного прохода (рис.3, г) быстрый подвод и отвод фрезы выполняется по траекториям дуг окружностей, касательных к контуру. При моделировании на интерфейс выводится текущее значение глубины резания, что позволяет судить о протекании процесса резания. В результате была подтверждена существенная нестационарность процесса: глубина резания изменяется от 2,56 мм при обработке выпуклых участков с радиусом 10 мм, до 16,3 мм при обработке вогнутых участков с радиусом 20 мм. Машинное время обработки всего контура при заданных режимах резания составляет 11,6 минуты.

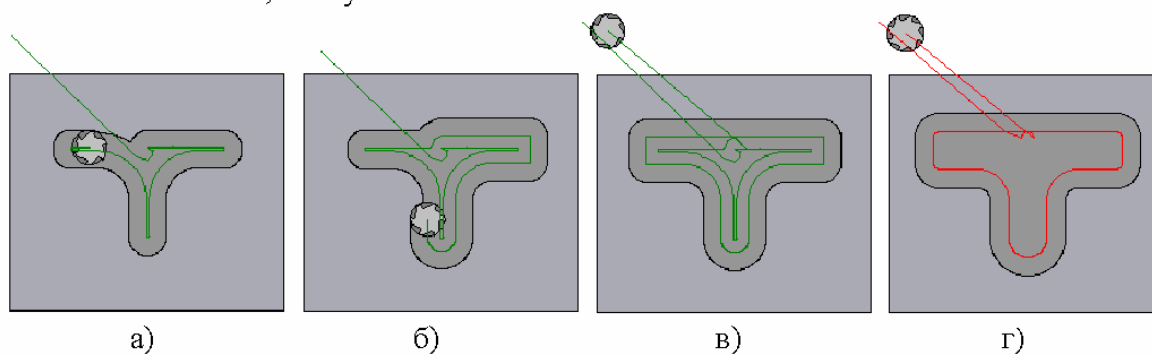


Рис. 3. Этапы моделирования фрезерования внутреннего контура

После завершения моделирования на дополнительных интерфейсах появляются результаты в виде траекторий формообразующего движения и контура детали (рис.4). Такие траектории построены по накопленным в результате моделирования цифровым массивам данных, которые являются исходными для проектирования программы процессора станка с ЧПУ. Причем, разработанное программное обеспечение позволяет увеличивать любой участок контура или траектории до необходимого масштаба. Переменные условия обработки (по глубине резания – более чем в 6 раз) приводят к переменной погрешности по контуру детали (рис.4). Погрешность обработки, вызванная упругими

деформациями ТОС, в местах контура, которые характеризуются напряженным режимом резания достигает значительной величины, тогда как при обработке участков с минимальной глубиной резания практически отсутствует. Алгоритм расчета скорректированной траектории создает файл траектории движения центра фрезы, при которой погрешность обработки на всех участках контура сводится к минимуму.

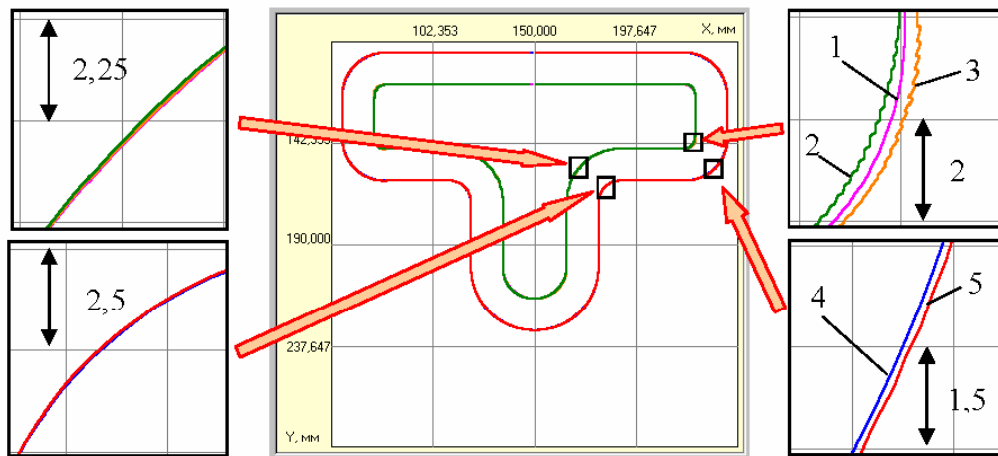


Рис. 4. Анализ точности обработки контура:

1 – теоретическая эквидистанта, 2 и 3 – скорректированная и фактическая траектории движения центра фрезы, 4 и 5 – теоретический и фактически обработанный контур

Модуль управления разработанной программы рассчитывает также закон управления подачей при движении по эквидистанте на последнем проходе (рис. 5), что позволяет стабилизировать условия резания по контуру и сократить машинное время обработки.

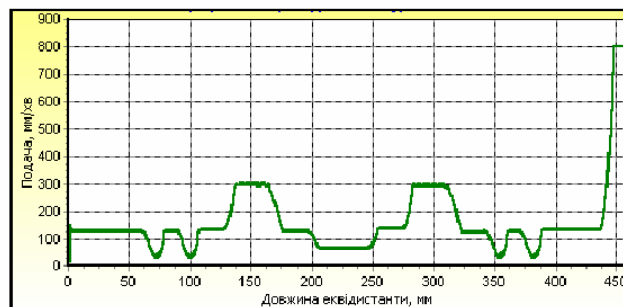


Рис. 5. Закон управления подачей

В заключение следует отметить, что разработанное программное обеспечение имитационного моделирования контурного фрезерования, построенное по концепции управления процессом на основе априорной информации, прошло практическую апробацию и может быть рекомендованы для производственного использования.

Список литературы:

1. Петраков Ю.В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням. – УкрНДІ АТ, Київ, 2004. 386 с.
2. Гжиров Р.И., Серебряницкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990.-588с.

д.т.н., проф. Мельничук П.П., Лоев В.Е.
Житомирский государственный технологический университет, Житомир, Украина

ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ КОМБИНИРОВАНИЕМ РЕЗАНИЯ С ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Традиционные способы механической обработки деталей машин и механизмов на многих современных предприятиях обеспечивают необходимое качество изделий, но практически исчерпаны имевшиеся резервы повышения производительности труда. Дальнейшая интенсификация процессов финишной обработки возможна, как показывает опыт ряда предприятий, только за счёт внедрения комбинированных способов механообработки.

Комбинированные способы позволяют повышать производительность труда в 2 – 3 раза, снизить энергозатраты в 1,5 – 2 раза, обеспечить более рациональное использование мощности оборудования. Как предполагают многие учёные [1,2,3], в ближайшие годы доля технологических процессов с применением комбинированных способов обработки возрастёт до 15...40%.

Уже в настоящее время получили широкое применение совмещение известных различных процессов формообразования поверхностей деталей с механическим, термическим, электрическим, гальваническим и другими воздействиями.

Одним из распространённых комбинированных способов финишной обработки является сочетание резания с поверхностным пластическим деформированием, обеспечивающий не только повышение производительности труда, но и улучшение качественных показателей поверхностного слоя материала детали, в том числе предотвращение прижогов и структурных превращений, присущих традиционному шлифованию. Особую ценность имеет и то, что данный процесс становится экологически чистым и не требует применения различных защитных устройств для производственного персонала и окружающей среды.

Однако, как показывает опыт машиностроительных предприятий и анализ научных публикаций этот способ используется в подавляющем большинстве для обработки деталей типа тел вращения, а также для внутренних цилиндрических поверхностей.

В первую очередь это можно объяснить простотой конструкций применяемых инструментов и приспособлений, а также доступностью исследований.

Значительно реже сочетание лезвийной обработки с ППД используется для обработки плоских поверхностей.

Целью данной работы является широкое внедрение финишной обработки плоских поверхностей деталей машин и механизмов из закалённых сталей и чугунов комбинированием процессов резания с ППД, обеспечивающей улучшение качества обработки в сочетании с повышением производительности и экологической безопасностью.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проведён анализ конструктивных и эксплуатационных особенностей существующих комбинированных инструментов для обработки резанием и ППД с выяснением причин сдерживающих их широкое внедрение в производство;

- разработана на основе теоретического анализа усовершенствованной конструкции инструмента, объединяющей удаление основного припуска на обработку применением ступенчатой схемы резания неподвижно закреплёнными в корпусе инструмента режущими элементами с круговой траекторией движения, снятие припуска на чистовую обработку режущим элементом, закреплённым на ползуне, расположенном в корпусе инструмента, и совершающим движение по прямолинейной траектории, перпендикулярной к вектору подачи заготовки с помощью специального копира, а также включающей поверхностную пластическую деформацию выглаживателем, имеющего траекторию движения, совпадающую с траекторией движения чистового режущего элемента. При этом все формообразующие элементы оснащены сверхтвёрдыми материалами;

- выполнен анализ процесса преобразования круговой траектории движения чистового и выглаживающего элементов в прямолинейную, перпендикулярную к вектору подачи заготовки;

- исследовано влияние усилия прижима выглаживателя к обрабатываемой поверхности на её шероховатость;

- внедрение разработанного способа и конструкции инструмента для его осуществления в производственных условиях машиностроительного предприятия.

Анализ публикаций в специализированных отечественных и зарубежных изданиях, а также патентов и свидетельств, направленных на усовершенствование конструкций существующих комбинированных инструментов, разработку новых

решений показан, что, во-первых, все разработки последних 15-20 лет касались обработки цилиндрических внешних и внутренних поверхностей, во-вторых, отсутствуют результаты исследований разработанных ранее комбинированных инструментов для финишной обработки плоских поверхностей методом резания и ППД.

Существующие конструкции можно распределить на основные группы:

- двухэлементный инструмент, состоящий с одного режущего и одного деформирующего элементов;
- многоэлементный инструмент, состоящий из нескольких режущих и нескольких деформирующих элементов.

Многоэлементный, в свою очередь, можно подразделить на инструмент с жёстким закреплением режущих и деформирующих элементов, с упругим закреплением деформирующих элементов.

К недостаткам существующих конструкций необходимо отнести следующее:

- двухэлементные конструкции могут использоваться только для чистовой обработки со снятием необходимого припуска на обработку с низкой производительностью труда;
- при применении многоэлементных конструкций невозможно предотвратить многоразовое деформирование обрабатываемой поверхности, что приводит к её лущению, а также затирание формообразующих элементов обработанную поверхность и попадание стружки под деформирующие элементы. Невозможность точной регулировки режущих и деформирующих элементов, в результате чего только один режущий и один (в случае жёсткого закрепления) деформирующий элементы обеспечивают качество обработки.

При этом в связи с круговой траекторией движения формообразующих элементов невозможно получить равномерную шероховатость по ширине обрабатываемой поверхности.

В предложенном способе финишной обработке плоских поверхностей с целью устранения отмеченных недостатков за базовый был принят вариант прогрессивной схемы срезания припуска со спирально-ступенчатым рас-положением режущих элементов с разными вылетами относительно торца корпуса инструмента и жёстко закреплённых относительно него, назначением которых является снятие основного припуска на обработку и обеспечение стабильного по толщине припуска на чистовой проход. Снятие чистового припуска осуществляется подвижным относительно корпуса режущим элементом методом поперечного строгания. Далее производится выглаживание поверхности индентором, движущегося по такой же траектории, что и чистовой резец.

Схема траекторий движения формообразующих элементов показана на рис.1.

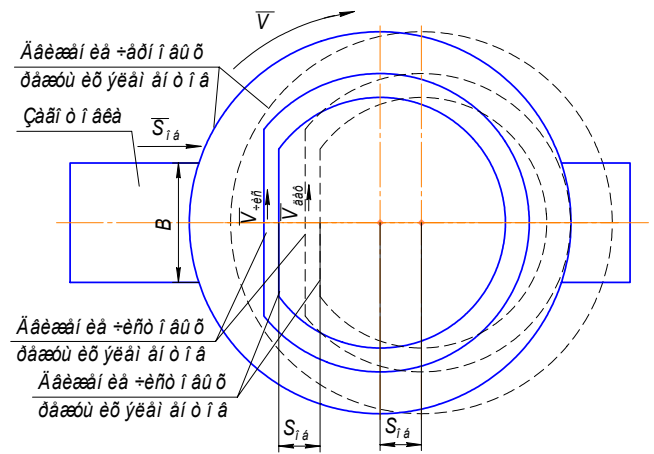


Рис.1. Траектории относительного движения заготовки и формообразующих элементов

\vec{V} – вектор скорости вращения инструмента;

$\vec{S}_{об}$ – подача на оборот;

$\vec{V}_{чис}$ – вектор скорости чистового режущего элемента;

$\vec{V}_{деф}$ – вектор скорости выглаживающего элемента

В корпусе 3 комбинированного инструмента (рис.2) жёстко закреплены 22 черновых режущих элементов 21 с помощью клинового зажима, изображённого на разрезе Б-Б. Кроме функции зажима этот элемент (22) исполняет роль ориентации режущей кромки относительно корпуса. Регулирование вылетов всех формообразующих элементов осуществляется дифференциальными винтами 20 с дискретностью поворот на $18^\circ - 0,01$ мм.

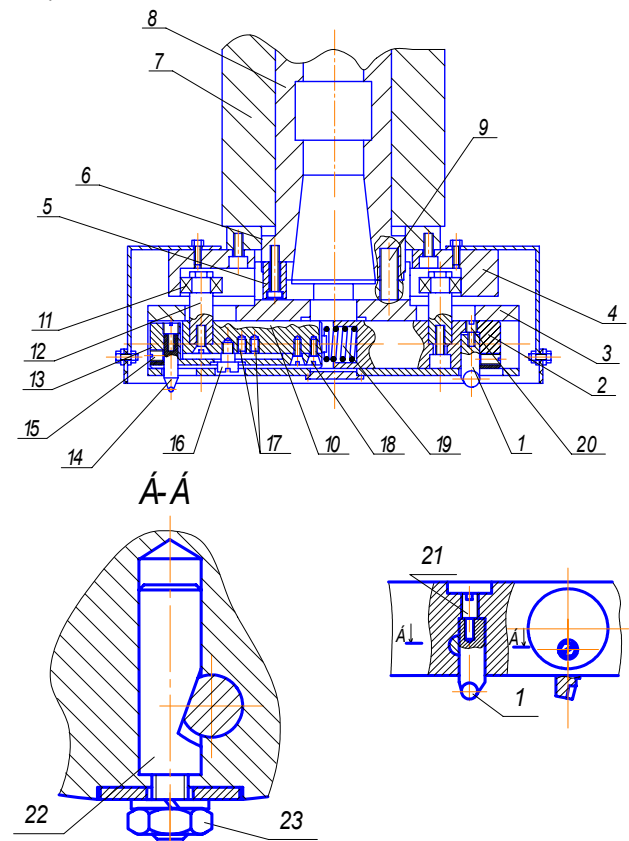


Рис. 2. Конструкция комбинированного инструмента

В корпусе также расположены 2 ползуна 2 и 10, в которых закреплены винтами 15 чистовой резец 1 (ползун 2) и выглаживатель 14 через упругий элемент 13 (ползун 10), закреплённый винтами 18.

На ползунах закреплены стойки 12 с эксцентрично расположенными на них роликами-подшипниками 11.

Между ползунами установлена пружина 19, которая обеспечивает постоянство прижима роликов к поверхности копира 4, жёстко закреплённого на фланце 6, который в свою очередь закреплён на корпусе шпинделя 8, к фланце которого винтами 9 со шпонкой 5 закреплён корпус инструмента 3. Изменяя положение стоек на ползунах, обеспечена возможность регулирования взаимного расположения чистового резца и выглаживателя относительно друг друга в момент формо-образования.

Копир 4 имеет поверхность, обеспечивающую преобразование круговой траектории движения чистового и выглаживающего элементов в прямолинейную, перпендикулярную к вектору подачи обрабатываемой заготовке.

Эта поверхность имеет криволинейную форму и рассчитана по формуле:

$$l_{н.к.} = \frac{d_{рол}}{2} \cdot \cos|\psi_i| + \sqrt{\left(\frac{l_{ин}}{\cos|\psi_i|} - C\right)^2 - \frac{d_{рол}^2}{4} \cdot \sin^2|\psi_i|},$$

где $d_{рол}$ – диаметр ролика-подшипника;

$l_{н.к.}$ – расстояние от оси инструмента до оси ролика;

ψ_i – мгновенный угол преобразования кругового движения в прямолинейное ($2\psi_{max} = 43^\circ$);

$l_{ин}$ – расстояние от оси инструмента до прямолинейной траектории чистового режущего элемента;

C – расстояние между осью ролика и чистовым режущим элементом.

Упругий элемент 13 (комплект из 2^x шт.) в сочетании с предварительным нагружением винтом 16 или установленными дополнительными упорами в отверстиях 17 обеспечивает регулирование усилия прижима выглаживателя к обрабатываемой поверхности в диапазоне 60...250Н.

Режущая часть черновых и чистового элемента выполнена из гексонита Р, а выглаживающий элемент имеет вставку из сверхтвёрдого материала АКТМ® [4].

Общий вид комбинированного инструмента изображён на рис. 3.

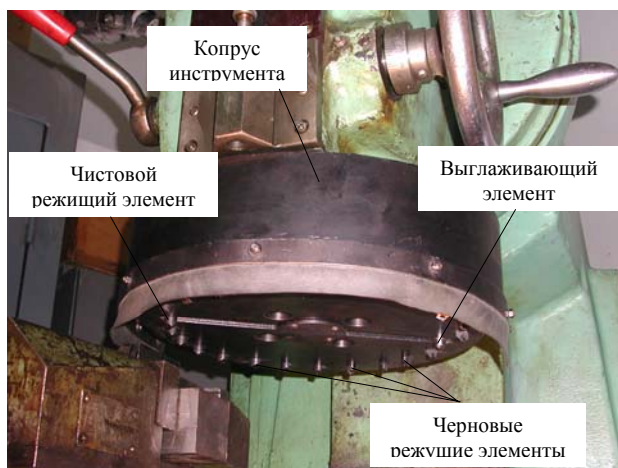


Рис.3. Фотография комбинированного инструмента
С целью получения большей наглядности процесса, осуществляемого разработанным комбинированным инструментом, была приостановлена обработка одной из заготовок и произведено фотографирование. На рис. 4 отчётливо видны следы черновых режущих инструментов (ступенчатые круговые), чистового режущего элемента и выглаживателя (прямые, перпендикулярные к вектору подачи).



Рис. 4. Приостановленный процесс обработки

Как показали теоретические исследования, преобразование круговых перемещений чистового и выглаживающего элементов в прямолинейные в момент формообразования приводит к следующим явлениям:

- изменению углов резания чистового элемента, благоприятно влияющего на процесс обработки;
- провороту выглаживателя относительно обрабатываемой поверхности, что способствует равномерности процесса его изнашивания;
- уменьшению количества врезаний;
- выходов чистового резца и выглаживателя, что также способствует увеличению их стойкости.

Сравнительные схемы приведены на рис. 5 и рис. 6.

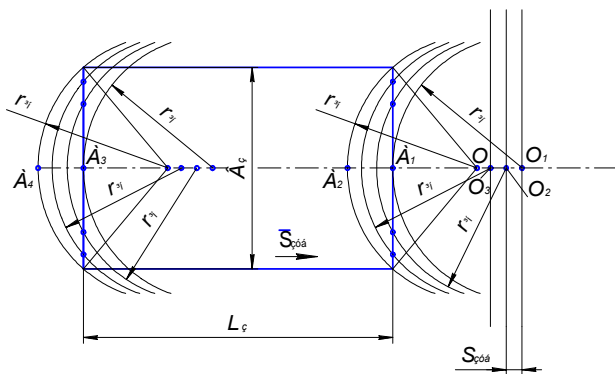


Рис. 5. Схема для расчёта количества врезаний-выходов при круговой траектории движений

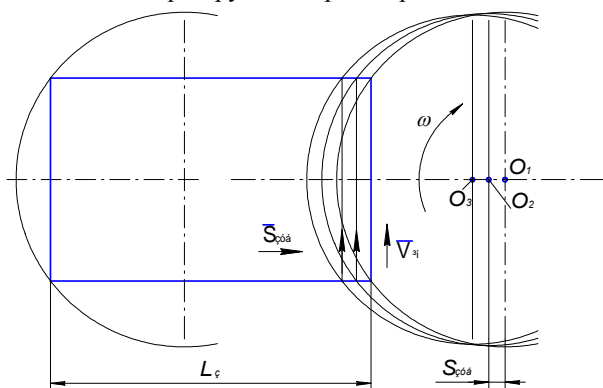


Рис. 6. Схема для расчёта количества врезаний-выходов при прямолинейном движении

Как видно из схем, количество врезаний-выходов в первом случае составляет:

$$\omega_{вр.к.} = \frac{L_3}{S_{зуб}} + \frac{2 \cdot r_{ин} - \sqrt{4 \cdot r_{ин}^2 - B_3^2}}{S_{зуб}},$$

где L_3 – длина обрабатываемой поверхности;

$S_{зуб}$ – подача на оборот;

$r_{ин}$ – радиус расположения чистового реза (выглаживателя) относительно оси инструмента;

B_3 – ширина заготовки.

Во втором случае (рис. 6) количество врезаний-выходов равняется:

$$\omega_{вр.пр.} = \frac{L_3}{S_{зуб}}.$$

Разница составляет:

$$\omega_{вр.к.} - \omega_{вр.пр.} = \frac{L_3}{S_{зуб}} + \frac{2 \cdot r_{ин} - \sqrt{4 \cdot r_{ин}^2 - B_3^2}}{S_{зуб}}.$$

Разработанный способ финишной обработки позволяет устранить одно из негативных явлений, проходящее при чистовом фрезеровании торцевыми фрезами шлифовании торцом чашечного круга – затирание инструмента об обработанную поверхность.

Это достигается за счёт выставки оси шпинделя относительно траектории перемещения стола станка, как показано на рис. 7.

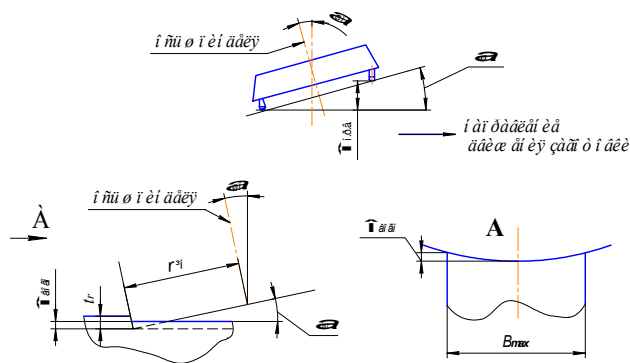


Рис. 7. Схема относительного положения оси шпинделя и траектории движения стола

$\alpha_{шпн}$ – угол наклона оси шпинделя;

$r_{ин}$ – радиус расположения инструмента;

B_{max} – максимальная ширина обрабатываемой поверхности;

$\Delta_{вогн}$ – вогнутость обработанной поверхности;

$t_ч$ – удаляемый припуск черновыми резами

При таком положении инструмента от работы черновых режущих элементов образуется вогнутость обрабатываемой поверхности, которая в общем случае равна:

$$\Delta_{вогн.е} = r_{ин} \cdot \sin \alpha_{шпн} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{B_{max} + 2e}{r_{ин}} \right)^2} \right),$$

где e – эксцентриситет положения оси инструмента относительно оси обрабатываемой поверхности.

Чистовой резец, двигаясь прямолинейно, перпендикулярно к траектории подачи заготовки, исправляет эту погрешность.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории университета и в производственных условиях Одесского завода прецизионного станкостроения ОАО «Микрон».

Обработке подвергались закалённые заготовки из стали 40X (50...54HRC₃) и чугуна СЧ21 (45...50 HRC₃), заготовки из чугуна незакалённые (170...241HB), а также заготовки деталей станков из Стали 45 (44...52 HRC₃) и чугуна СЧ20 (170...241HB).

Контроль шероховатости обработанных поверхностей производился оперативно на рабочем месте прибором Surtronic 10 Ra (Англия) в двух направлениях: по ширине обработанной поверхности (пять направлений) и по длине поверхности (пять направлений), как показано на рис. 8. (По двадцать пять точек по ширине и длине поверхности).

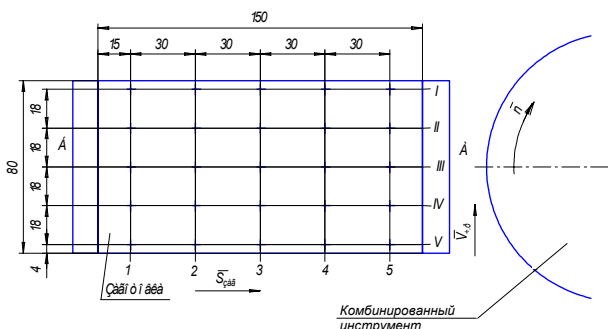
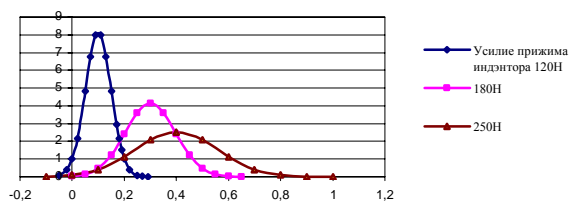
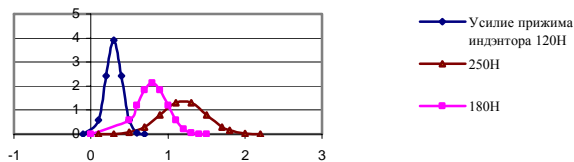


Рис.8. Схема измерений шероховатости поверхности
 При этом изменялись:
 • материал заготовки;
 • усилие прижатия выглаживателя к обрабатываемой поверхности;
 • выглаживатели (для закалённых заготовок – R 1,5 мм, для незакалённых R 2,5 мм).
 Результаты статистической обработки показателя шероховатости Ra приведены на рис. 9, 10 и 11.

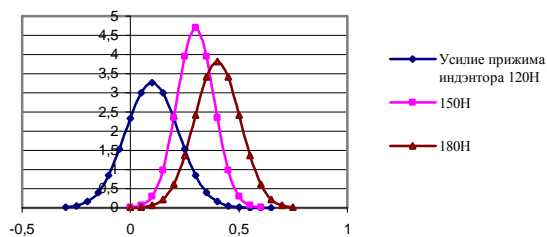


а)

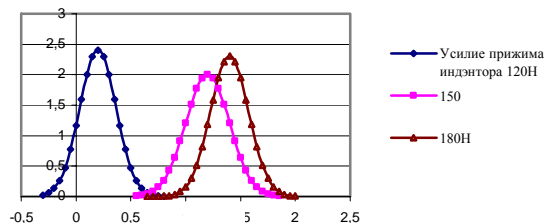


б)

Рис. 9. Плотность распределения вероятности а – по длине, б – по ширине

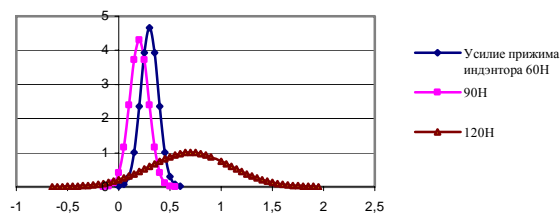


а)

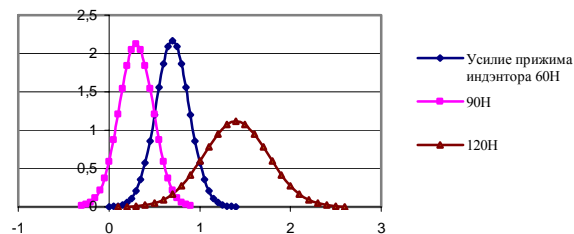


б)

Рис. 10. Плотность распределения вероятности а – по длине, б – по ширине



а)



б)

Рис. 11. Плотность распределения вероятности а – по длине, б – по ширине

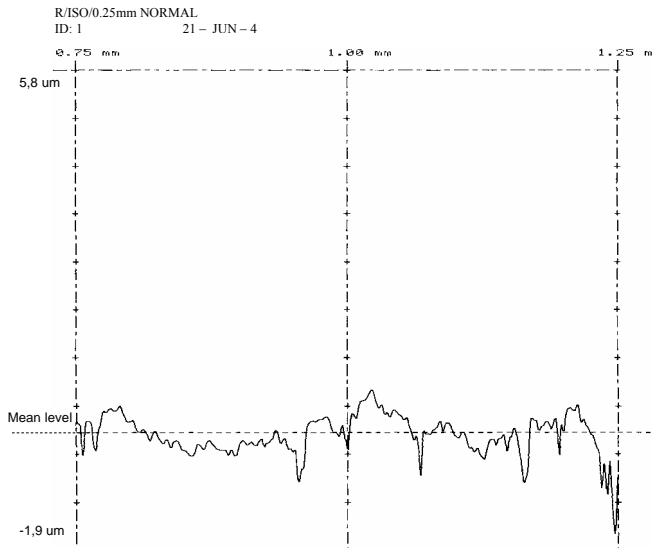
Таким образом определены оптимальные усилия прижима выглаживателя для различных вариантов обработки.

Для закалённых стальных заготовок это усилие находится в пределах 120 – 150Н, для чугунных закалённых – 120Н, для чугунных незакалённых – 80Н.

Кроме этого доказано получение равномерной шероховатости по ширине обрабатываемых поверхностей.

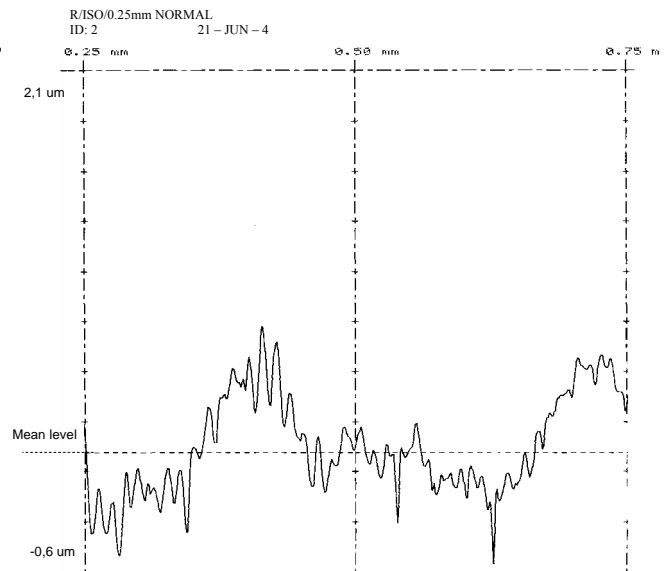
С целью всестороннего изучения процесса и определения геометрических параметров шероховатости проводились измерения на прифилометре-профилографе мод. Talysurf 6 фирмы “Taylor - Hobson” (Англия) с последующим спектральным анализом с использованием пакета Math CAD.

Профилограммы с аппаратной обработкой параметров приведены на рис. 12 и 13.



PARAMETERS			
Rt1	7.7 um	Rp	5.8 um
Rt2	1.2 um	Sm	49.5 um
Rt3	2.4 um	DELQ	9.3 deg
Rt4	1.2 um	Rsk	3.5
Rt5	2.3 um	Rku	10.6
Ra	0.29 um	S	46.7 um
Rq	0.47 um	R3z	1.2 um
Ry	7.7 um	Rpm	1.7 um
Rtm	2.9 um	R3y	1.8 um
Rv	1.9 um		

Рис. 12. Обработка заготовки из стали 40X 50-54HRC,
n = 250 об/мин, S = 0,05мм/об, t = 0,8 мм



PARAMETERS			
Rt1	2.7 um	Rp	2.1 um
Rt2	1.2 um	Sm	48.4 um
Rt3	1.1 um	DELQ	4.3 deg
Rt4	1.0 um	Rsk	1.6
Rt5	0.9 um	Rku	10.6
Ra	0.21 um	S	13.9 um
Rq	0.29 um	R3z	0.9 um
Ry	2.7 um	Rpm	0.8 um
Rtm	1.4 um	R3y	1.4 um
Rv	0.6 um		

Рис. 13. Обработка заготовки из чугуна 45-50HRC,
n = 250 об/мин, S = 0,05мм/об, t = 0,8 мм

Внедрение разработанного способа финишной обработки плоских поверхностей на ОАО «Микрон» (г. Одесса) позволяет повысить производительность обработки по сравнению с традиционным шлифованием примерно на 35÷40%.

Среднеарифметическая высота микронеровностей при обработке стальных и чугунных закалённых деталей составляет Ra 0,15÷0,48; для чугунных незакалённых деталей Ra 0,2÷0,4.

Литература

1. Ермаков Ю.М. Комплексные способы эффективной обработки резанием. – М.: Машиностроение, 2003. – 272с.
2. Вопросы механики и физики процессов резания и холодного пластического деформирования. К 100-летию со дня рождения профессора А.М. Розенберга. Сб. науч. тр. – Киев.: ИСМ им. Бакуля В.Н. НАН Украины. – 2002. – 541с.
3. Бойцов А.Г. Машков В.Н. Смоленцев В.А. Хворостухин Л.А. Упрочнение поверхностей деталей комбинированными способами. – М.: Машиностроение, 1991. – 144с.
4. Инструменты из сверхтвёрдых материалов. /Под ред. Н.В. Новикова. – Киев: ИСМ НАНУ, 2001. – 528с.



GRINDING AS A FINISHING PROCESS WITH EMPHASIS ON SURFACE ROUGHNESS

Monika Dibalova – Miroslava Áčová*

Summary: Chemical composition of steels and their heat treatment, influenced mostly by carbon content defines microstructure and ratio of structural elements and also their physical – mechanical characteristics and technological characteristics. Achievement of surface roughness after grinding will depend on microstructure of material, hardness of material and from utilized machine, tool and cutting conditions by grinding.

Key words: *microstructure, grinding, surface roughness*

1. EFFECT OF MICROSTRUCTURE OF STEELS ON THEIR MACHINABILITY

Ferrite – is soft, forming and tough. Its grinding effects are irrelevant (hardness approximately 80 HB). Its high ratio in structure of material is the reason, why is during slow cutting speed cut surface rough – ragged. The reason is because the ferrite is stucked on face tool, the coefficient of friction is getting on its intensity and it raises the temperature of cutting.

Cementite - from the view of machinability is important in which form is cementite occurred. Globular cementite obtained from annealing of lamellar pearlite (annealing on softness) has low grinding effects. Cementite shape of lamellas (in lamellary pearlite) has significant abrasive effects (hardness of cementite reaches the value 1000 HV).

Ferrite and cementite. Lamellar pearlite has grinding effect, it supports creation of good surfaces. During machining these material are cutting temperatures relatively low, cutting forces are in the consequence of higher firmness of this structure relatively high. The same material annealing on softness, has the structure of globular pearlite. During the machining is material more plastically deformed, the cutting temperatures are higher, cutting resistance is lower, tool wear is slower, surface roughness is higher.

Sorbitol – is microstructure which composes the substance of enriched steels. More fine the sorbitol, more high hardness and firmness and the ability to create smooth- faced surfaces.

Martensit – creates the basic structure of hardened steels. It has high hardness and it affect abrasively on the tool. Machinability of material with this microstructure, if we calculated it from the view of cutting speed or specific cutting resistance, is high.

Bainite – is the structure of bainited hardened steels. More fine is the structure, more hard and firm is the mixture.. High hardness, firmness, ductile and abrasively effects makes this structure hard to maschine., it is effective to machine only with sintered carbide, cutting ceramics or cubic boron nitride.

Austenite – is soft (approximately 150 HB), plastical and ductile. Materials with structure of austenite have low thermal conductivity, they inclined to significant deformation hardening (100%) and significant adhesive ability. These factors are reasons why are hard to maschine.

2. ROUGHNESS BY GRINDING

For the experiment were chosen six various materials. On the samples, there was measured hardness and structural analysis was done, too. Experiment wage with using three various grinding wheels and surface roughness with sparkling (operation of grinding is finished when grinding wheel is still in shot, we recognized sparks as a rewoke material) and without sparkling (operation is done when grinding wheel is depart from the shot, without in feed motion, we do not see sparks of rewoke material) was measured.

Following samples were used

Sample No. 1	12 050,	Sample No. 2	12 060,	Sample No. 3	14 341,
Sample No. 4	15 142,	Sample No. 5	19 436,	Sample No. 6	19 520.

* Monika Dibalová, M.Sc., Miroslava Áčová, M.Sc.

Slovak University of Technology, Faculty of Materials Science and Technology, Department of Machining and Assembly Bottova 23, 917 24 Trnava, SLOVAKIA, tel./fax:+421335521061, email: kom@mtf.stuba.sk

Measurement of hardness

Hardness of the samples were measured by method according to Vickers by loading conditions 98,1 N (HV 10) according to STN EN 6507-1 with durometer ZWICK 3200. Time of loading conditions was 10 - 15 seconds.

From obtained data we constructed table No. 1.

Preparing of the samples for metallographic analysis

Grinding of the samples for metallographic analysis was made constaneously by wet grinding paper. Following grinding wheels were used: 240, 600, 1200.

Burnishing was made on diamond pasta, and with OP-U emulsion, next was the sample bited in 3% nitale.

Material 12 050 has ferrite – pearlite structure. Steel is rolled. On the sample we can not see line structure of grain, because the section was made vertically on the direction of rolling *figure 1*.

On the structure of material 12 060 we can see line structure of grain, which is caused by rolling. Material has ferrite – pearlite structure, where pearlite is segregated in the form of lamells *figure. 2*.

Table 1. Hardness of sample

MATERIAL	1.	2.	3.	4.	5.	HV
N. 1 - 12 050	181	181	178	177	181	180
N. 2 - 12 060	213	210	213	218	215	214
N. 3 - 14 341	224	230	221	225	228	226
N. 4 - 15 142	218	224	228	224	222	223
N. 5 - 19 436	268	274	268	268	262	260
N. 6 - 19 520	312	330	309	303	319	317

Table 2. Chemical composition of the samples

material	C	Mn	Si	P	S	Mo	Cu	Cr	Ni
12 050	0,42 0,50	0,50 0,80	0,17 0,37	0,040	0,040		0,30	0,25	0,30
12 060	0,52 0,60	0,50 0,80	0,17 0,37	0,040	0,040		0,30	0,25	0,30
14 341	0,34 0,42	0,30 0,60	1,00 1,30	0,035	0,035			1,30 1,60	
15 142	0,38 0,45	0,50 0,80	0,17 0,37	0,035	0,035	0,15 0,30		0,90 1,20	0,50
19 436	1,80 2,05	0,20 0,45	0,20 0,45	0,030	0,035			11,0 12,5	0,50
19 520	0,35 0,45	1,20 1,60	0,50 0,90	0,030	0,030	0,20 0,40		1,70 2,20	

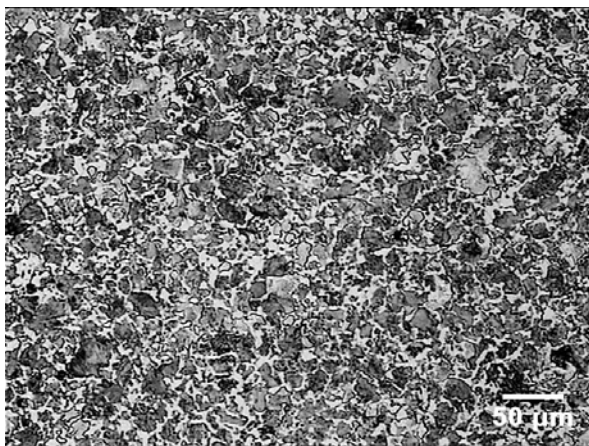


Fig. 1 Structure of material 12 050

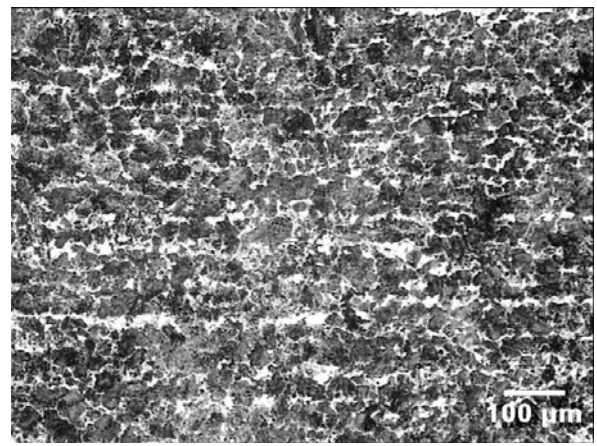


Fig. 2 Structure of material 12 060

Steel 14 341 has structure of pearlite, it has chromium in its structure, which raises hardeness of this structure. Material is in non – stedy state, because we can see lamellar pearlite and partly spheroidized structure shape of globules *figure 3*.

Material 15 142 is rolleded, on the samples we can see the direction of rolling. Material is in the state of high tempering and the structure is homogeneous. In the ferrite matrix are carbides *figure 4*.

By analysis of microstrucute of 19 436 we found out, that material is in the tempering state. Mixture of ferrite and carbides is homogeneous. Matrix is ferrit with big and small ellements of chromium carbides, which were undissolved by heating on hardening temperature *figure 5*.

Sample of material 19 520 is in temperable state. Starting material has needle structure, which was disintegrated after tempering, we can see carbides *figure. 6*.

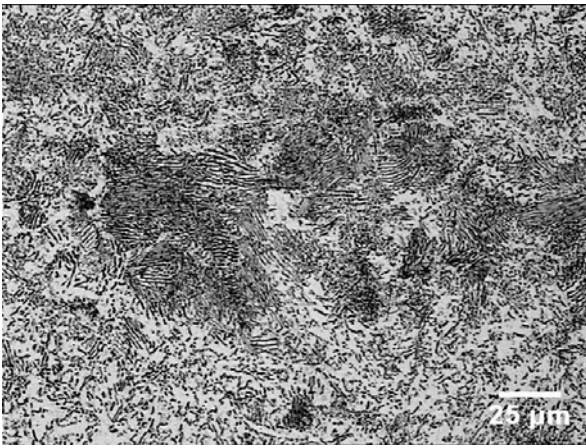


Fig. 3 Structure of material 14 341

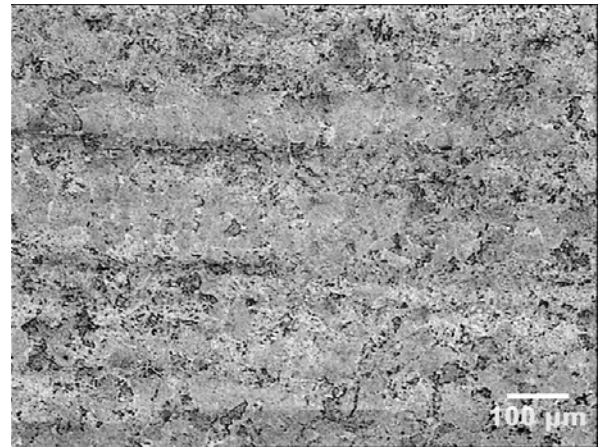


Fig. 4 Structure of material 15 142

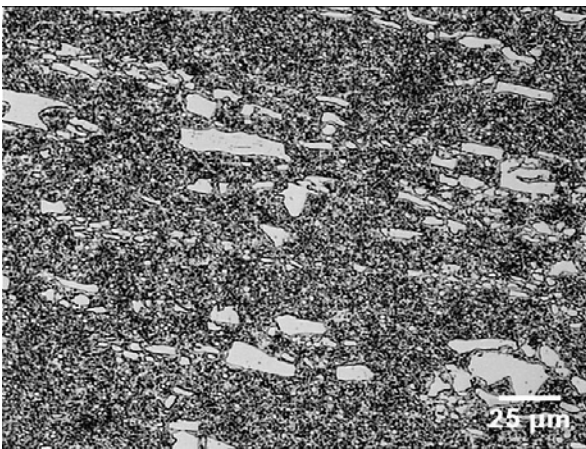


Fig. 5 Structure of material 19 436

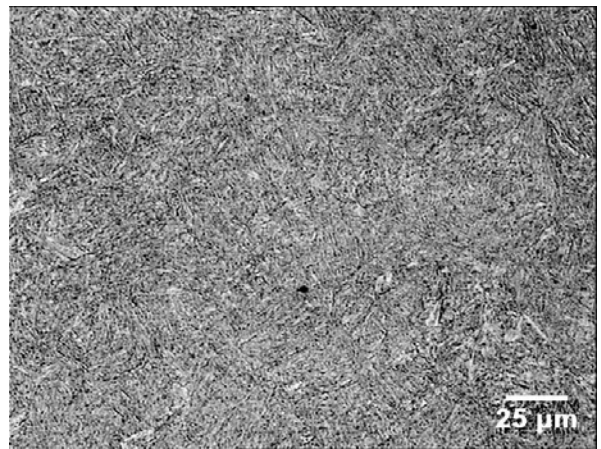


Fig. 6 Structure of material 19 520

Experiment conditions

Experiment was done on flat surface grinder by using three various grinding wheels by following experiment conditions:

- **machine:** flat surface grinder BRH 20
- **depth of cut:** $a_p = 0,01\text{mm}$,
- **cutting speed:** $v_c = 30\text{ m s}^{-1}$,
- **feed:** 7 mm,
- **feed rate:** $v_f = 3,6\text{ m min}^{-1}$,
- **cooling fluid:** emulsifiable oil, PN D 26-427-93, ISO – LMAA KP 23.20.18
- **dresser:** diamond dresser,
- **tool:** we used grinding wheel A99 36 O 6 V 81
dimensions of the wheel D x h x d 225 x 25 x 76
- **tool:** we used grinding wheel 98A 46 K 9 V
dimensions of the wheel D x h x d 250 x 20 x 76
- **tool:** we used grinding wheel 99 sa3 80 K 9 V
dimensions of the wheel D x h x d 250 x 20 x 76

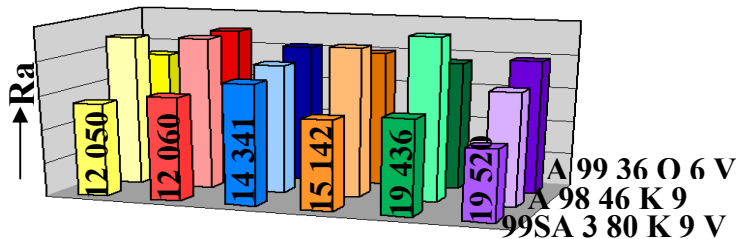
Measurement of hardness

Measurement of hardness was made on the instrument SURTRONICK 3+ (Rank Taylor Hobson Ltd UK).

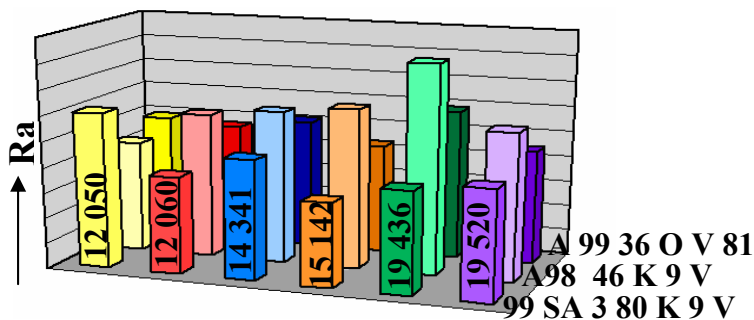
Measurement was done before spark finishing and after spark finishing, in three places, from obtained data we calculated arithmetic means and they are introduced in *table. No. 3*. Evaluated parameters were Ra, Rz, Rq, Rt, Rmr(c). On the basis of measured data were created graphs, which show depending Ra on various types of used grinding wheels *graph 1* for grinding without sparkling (out*) and *graph 2* for grinding with sparkling (with).

Table. No. 3 Parametres of surface roughness measured by experiment.

		12 050		12 060		14 341		15 142		19 436		19 520	
		with	out*	with	out*	with	out*	with	out*	with	out	with	out*
Ra [μm]	A99 36 O 6 V 81	0,55	0,61	0,61	0,38	0,71	0,47	0,53	0,33	0,56	0,40	0,42	0,43
	98 A 46 K 9 V	0,89	0,44	0,90	0,57	0,76	0,60	0,88	0,63	0,92	0,82	0,67	0,58
	99 SA 3 80 K 9 V	0,74	0,49	0,90	0,47	0,82	0,51	0,80	0,43	0,76	0,59	0,79	0,45
Rz [μm]	A99 36 O 6 V 81	3,97	3,63	3,97	2,43	4,37	3,43	3,17	2,33	3,60	1,80	2,70	2,93
	98 A 46 K 9 V	5,67	3,03	5,27	3,60	4,47	3,77	5,40	3,87	5,43	4,53	4,50	3,47
	99 SA 3 80 K 9 V	4,40	3,33	5,37	3,20	4,87	3,36	4,83	2,93	4,30	3,33	4,33	3,13
Rq [μm]	A99 36 O 6 V 81	0,72	0,77	0,77	0,48	0,89	0,65	0,66	0,42	0,70	0,42	0,52	0,61
	98 A 46 K 9 V	1,14	0,55	1,64	0,71	0,95	0,75	1,12	0,79	1,15	1,10	0,86	0,73
	99 SA 3 80 K 9 V	0,92	0,62	1,13	0,59	1,02	0,64	0,90	0,54	0,92	0,72	0,95	0,57
Rt [μm]	A99 36 O 6 V 81	5,73	4,7	5,17	3,17	5,47	6,33	4,37	3,00	4,60	3,36	3,60	5,47
	98 A 46 K 9 V	7,97	3,93	6,53	4,43	5,43	4,57	7,10	4,73	7,70	7,93	6,03	4,23
	99 SA 3 80 K 9 V	5,60	3,97	7,17	4,47	6,67	4,13	6,23	3,60	5,17	4,17	5,03	4,00
Rmr (c) [%]	A99 36 O 6 V 81	53,7	47,9	53,2	53,7	52,5	51,2	52,6	51,3	52,7	51,7	53,0	45,6
	98 A 46 K 9 V	53,8	52,4	51,4	50,1	51,2	51,4	52,9	51,6	50,6	50,9	52,7	52,1
	99 SA 3 80 K 9 V	51,7	51,7	49,8	52,3	51,9	51,7	53,6	51,2	56,7	52,7	53,2	50,1



Graph 1 Surface roughness Ra fro grinding without sparkingling (out*)



Graph 2. Surface roughness Ra for grinding with spark (with)

3. CONCLUSION

From the parameters of surface roughness we were chosen parameter Ra the mean arithmetic deviation, which is used the most often for expressing of surface roughness. From obtained data we create *graf 1* and *graf 2* where is visible difference between surface roughnes for various materials and for various grinding wheels, which were used.

Measured results are possible to use for designing of tables for machinability by grinding according to chosen criteria. In this case is criteria the mean arithmetic deviation surface roughness Ra.

4. REFERENCES

- HRUBEC, J. Špeciálna technológia II. Progressívne technologické metódy v obrábaní a ich prostriedky. Bratislava: Edičné stredisko ŠVST v 1984.
- MASLOV, J.N. Teorie broušení kovů (upravil a doplnil F. Neckář). Praha: SNTL, 1979.
- VASILKO, K., HRUBEC, J. Brúsenie a ostrenie rezných nástrojov. Bratislava: ALFA, 1984.
- SHAW, M.C. Fundamentals of Grinding. In Grinding Conference, Pittsburg, 1972.

The article was originate within the project solving GA MŠ No. 1/1079/04:“The theory of finishing processes in machining.“

д.т.н., проф. Мельничук П.П., к.т.н., доц. Выговский Г.Н., к.т.н., доц. Громовой А.А.
Житомирский государственный технологический университет, Житомир, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЧИСТОВОГО ТОРЦОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Повышение качества обработки поверхностей вызывает необходимость использования новых прогрессивных инструментов, среди которых применяются торцовые фрезы косоугольного резания. Размеры таких инструментов имеют порядок, близкий к межопорному расстоянию шпинделя станка, и характеризуются значительной массой, которая сопоставима с массой шпинделя станка. Для процессов механической обработки торцовыми фрезами косоугольного резания характерны малые значения толщины срезаемого слоя, высокие скорости резания и т.п. [1–3].

Торцовые фрезы косоугольного резания предназначены для чистовой обработки плоских поверхностей. При обработке достигается значение параметра шероховатости $Ra = 1,0$ мкм и меньше. Поэтому на качество обработанной поверхности влияют все, даже незначительные, погрешности геометрии и кинематики системы “станок – инструмент”. Важное значение приобретает учет динамических процессов, которые имеют место при обработке, и определение их влияния на качество обработанной поверхности.

Динамическая система станка и рабочие процессы обработки детали создают в своей совокупности сложный комплекс, который характеризуется наличием многоконтурных, циклических взаимосвязанных потоков информации. Для математического моделирования процесса обработки использованы структурные методы, которые реализуют применение графов связи для анализа механических систем. Разработанная методология структурного математического моделирования базируется на создании основной (базовой) структурной модели, которая учитывает все существенные причинно-следственные связи между элементами динамической системы станка и рабочими процессами, которые в ней протекают. Основная

базовая структурная модель в комплексном виде охватывает все факторы, которые влияют на качество процесса чистовой лезвийной обработки и определяет, при возможности, локализацию действия факторов. В базовой модели устанавливаются основные связи между блоками, включая обратные связи (рис. 1).

Каждый блок базовой модели разрабатывается отдельно. При этом формируется структура блока, определяются его входы и выходы (рис. 2).



Рис. 1. Блок-схема базовой структурной модели

Выходом структурной математической модели являются рассчитанные случайные параметры движения чистового ножа. Они используются для расчета параметров профиля обработанной поверхности.

Экспериментальные измерения статической жесткости вертикально-фрезерных станков ГФ2171С6 и 6Г13Г выполнялись при двухсторонней дискретной нагрузке через динамометр с фиксированными значениями перемещений.

Для установления сил резания и крутящих моментов при фрезеровании использовался

специальный динамометр, оснащенный тензорезисторами. Для регистрации результатов спроектирован и использован аппаратно-регистрирующий комплекс, который включал аналого-цифровой преобразователь и ЭВМ.



Рис. 2. Структура блока стохастической модели фрезы

Для установления тепловых режимов работы ножей торцовых фрез, оснащенных сверхтвёрдыми материалами (СТМ), и сравнения их с теплоустойчивостью для гексанита-Р и эльбора-Р выполнен двухмерный анализ:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a_i \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + V_x \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{q_i}{c_i \rho_i},$$

где T – температура; V_x – скорость резания; ρ_i – плотность материала; q_i – мощность теплового потока; a_i – теплопроводность среды.

Для исследования изнашивания инструмента использована фотосъемка фотоаппаратом с высокой разрешающей способностью.

Структурное математическое моделирование конструкций и рабочих процессов выполнено с использованием пакетов MATLAB и MathCAD.

В качестве базовой торцовой фрезы с ножами косоугольной геометрии использована конструкция, показанная на рис. 3.

На торцовой фрезе размещено пять групп ножей, которые объединены в пять участков логарифмических спиралей. Положение отверстия для каждого ножа определялось с точностью до 0,001 мм.

Полученные данные использованы для оценки фактических значений полярных радиусов:

$$\rho(\varphi) = \rho_{0k} \cdot a_k \frac{\varphi - \varphi_0}{2\pi},$$

где ρ и φ – полярные координаты отдельного ножа.

Фактическое положение ножа определяется погрешностями изготовления и условиями его закрепления клиновым механизмом.

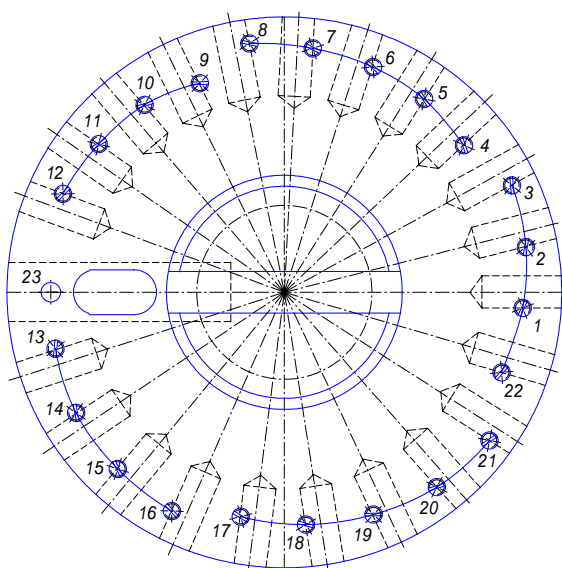


Рис. 3. Торцовая ступенчатая чистовая фреза косоугольной геометрии

По результатам экспериментальных измерений созданная математическая модель процесса изнашивания поверхности ножа.

Математическая модель формирует векторный выход в виде максимальной ширины фасок изнашивания ножей, которые образуют логарифмическую спираль.

Геометрический анализ системы “шпиндель – инструмент” выполнен с учетом случайных изменений ее параметров. Установлено, что более всего на точность обращения шпинделя влияет передняя опора шпинделя (радиальный конический двухрядный подшипник).

Разработанная математическая модель учитывает случайный характер процесса биения. В результате многочисленных исследований выполнена идентификация ее параметров. Показано, что модель с уточненными параметрами адекватна реальному процессу, и результаты моделирования отвечают экспериментальным данным.

Установлены поперечно-угловые и вертикальные перемещения фрезы, связанные с геометрической точностью узла крепления инструмента.

Получены контрольные результаты вычислений радиальных, угловых и осевых координат каждого ножа инструмента в системе цилиндрических координат.

Авторами определены статические деформации при изгибе шпинделя под действием сил резания. Опоры в виде подшипников качения образуют статически неопределенную систему шпинделя (рис. 4).

В общем виде перемещения опор и угловые деформации соответственно:

$$\delta = C_{\delta} f(R) \text{ и } \theta = C_{\theta} \varphi(R),$$

где R – радиальная нагрузка на подшипник; f – некоторая нелинейная функция, которая определяет радиальную деформацию δ от радиальной нагрузки R на опоры; C_{δ} , C_{θ} – коэффициенты, которые зависят от конструктивных параметров опоры; φ – нелинейная функция, которая определяет зависимость угловой деформации θ от крутящего момента M в опоре.

Сформированы условия совместности деформаций шпинделя с учетом случайных изменений его параметров и нелинейных характеристик жесткости подшипников. Определены суммарные поперечные и угловые перемещения сечений шпинделя в точках A , B и C с использованием принципа суперпозиции действия сил.

Для нахождения силовых факторов использована стохастическая нелинейная система уравнений:

$$\begin{cases} a_{11}M_{yA} + a_{12}P_{xB} + a_{13}M_{yB} + a_{14}M_{yC} = \epsilon_{11}P_x + \epsilon_{12}M_y + R_{xB} \\ a_{21}M_{yA} + a_{22}P_{xB} + a_{23}M_{yB} + a_{24}M_{yC} = \epsilon_{21}P_x + \epsilon_{22}M_y + R_{\theta A} \\ a_{31}M_{yA} + a_{32}P_{xB} + a_{33}M_{yB} + a_{34}M_{yC} = \epsilon_{31}P_x + \epsilon_{32}M_y + R_{\theta B} \\ a_{41}M_{yA} + a_{42}P_{xB} + a_{43}M_{yB} + a_{44}M_{yC} = \epsilon_{41}P_x + \epsilon_{42}M_y + R_{\theta C} \end{cases}$$

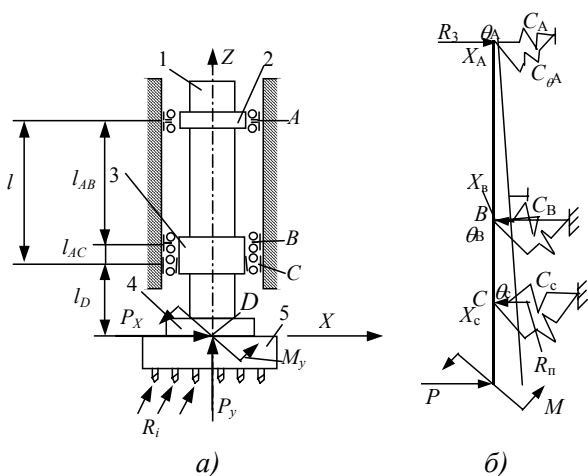


Рис. 4. Схемы шпинделя:

а – принципиальная; б – расчетная.

Значение коэффициентов, которые входят в систему уравнений, представлены в виде суммы детерминированной и случайной составляющих.

Система четырех уравнений с четырьмя неизвестными является нелинейной системой

алгебраических уравнений со случайными коэффициентами. Для решения этой системы разработана специальная методика, которая базируется на применении системы визуального математического моделирования SIMULINK математического пакета MathCAD 6.0.

Изложенная выше методика реализована в структурной математической модели, которая осуществляет поэтапное решение нелинейной системы алгебраических уравнений со случайными коэффициентами, которые описывают статически неопределенную упруго-деформированную систему шпинделя.

Для подтверждения адекватности модели и достоверности результатов моделирования проведены специальные экспериментальные исследования. Сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований подтвердило их адекватность. Точность расчетов находится в пределах 3...6 %.

В работе установлена зависимость относительного положения инструмента и заготовки при торцовом фрезеровании плоских поверхностей. Учтены деформации упругих систем шпинделя и стола станка. Уравнение динамического равновесия привода составлено с применением уравнения Лагранжа 2-го рода:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{y}} - \frac{\partial T}{\partial y} = - \frac{\partial \Pi}{\partial y} - \frac{\partial R}{\partial y} + Q,$$

где T – кинетическая энергия; Π – потенциальная энергия системы; R – диссипативная функция Релея; $Q = -P_x$.

Установлено, что перемещения шпинделя в вертикальном направлении затухают за 1,0...1,5 мс. Частота колебаний приблизительно равна 1200 Гц. Крутильные колебания шпинделя характеризуются значительно большей продолжительностью и затухают на протяжении 6...8 мс. Частота крутильных колебаний приблизительно равна 560 Гц.

Авторами теоретически установлены и экспериментально определены значения сил резания при обработке ступенчатыми косоугольными фрезами с СТМ плоских поверхностей деталей из закаленных сталей (45, 40X, 9XC, X18H10T, ШХ15) и чугунов (НВ до 600), установлена рациональная геометрия ножей фрезы – углы λ , α и γ – для исследования режимов.

Выполнено математическое моделирование с применением пакета MATLAB силовых характеристик процесса резания с учетом случайных глубин резания, которое зависит от соотношения статических и динамических деформаций шпинделя, стола и подачи при случайном радиальном положении ножа.

Статическая сила резания:

$$P_e = K \left[t \cdot \frac{Z}{Z_H} \right]^m \cdot \left[\Delta S \cdot \frac{R}{R_H} \right]^n,$$

где Z и R – соответственно вертикальное и радиальное положения ножа фрезы.

В первом приближении изменение силы резания в динамике определяется дифференциальным уравнением:

$$T_p \frac{dP_o}{dt} + P_o = K_p \cdot \alpha(t),$$

где P_o – динамическая составляющая силы резания; T_p – постоянная времени процесса резания; K_p – коэффициент передачи процесса резания; $\alpha(t)$ – изменение площади срезаемого слоя.

Номинальные значения проекций сил резания отвечают экспериментальным данным (расхождения не больше 7 %).

Моделированием установлено, что потоки образованного при резании тепла распределяются между стружкой, ножом фрезы и обрабатываемой деталью в соотношении 14 %, 16 % и 70 %. Этот результат расчетов вызван высокой теплопроводностью СТМ, рациональной геометрией ножей и т.п.

Общая математическая модель процесса механической обработки поверхности на фрезерном станке, оснащенный торцевой фрезой косоугольного резания, сформирована в виде структуры, которая включает как отдельные блоки, так и все раньше рассмотренные математические модели отдельных подсистем станка и рабочих процессов. Основой модели есть структурная математическая модель, которая рассчитывает форму обработанной поверхности, полученной обработкой фрезой, которая включает лишь один режущий нож. Входом модели является вектор, который объединяет три проекции главного вектора сил резания P_x , P_y , P_z , которые действуют на шпиндель, и три составляющие главного момента M_x , M_y , M_z .

Входами общей структурной модели есть угол поворота шпинделя и общий вектор силовых факторов. Выходом модели является вектор силовых факторов, которые вызваны ножами данной спирали, и координаты положения чистового ножа. Модель имеет четыре блока, которые вычисляют составные нагрузки на шпиндель со стороны других ножей спирали. В модели существуют сумматоры, которые вычисляют разность координат соседних ножей по горизонтали и вертикали. Из разности координат определяют глубину срезаемого слоя и подачу на зуб для каждого отдельного ножа фрезы.

Процедура математического моделирования осуществлена по специальному плану, который моделирует процесс обработки заготовки в реальном масштабе времени.

Результаты математического моделирования в виде текущих значений координат чистового ножа дали возможность выполнить моделирование формы обработанной поверхности.

Из сравнения расчетных и экспериментальных данных вытекает их значительное количественное и качественное сходство. Периоды рассчитанных с помощью математической модели волн отличаются от экспериментально определенных в 1,06 раза. Размах волн отличается в 1,18 раза. Это подтверждает адекватность модели и возможность ее использования для исследования процесса обработки.

Получены результаты исследования шероховатости обработанной поверхности при торцовом косоугольном фрезеровании инструментом, оснащенным СТМ, с целью выявления основных факторов (режимов, геометрии), влияющих на конечную шероховатость. Установлены зависимости шероховатости от изменения в широком диапазоне подачи на зуб S_z (0,05...0,75 мм/зуб), радиуса задней поверхности ножа r (6...18 мм), скорости резания V (2,5...8,0 м/с), глубины резания t (0,125...0,500 мм), угла наклона режущей кромки $\lambda = -30^\circ, -35^\circ, -40^\circ$. Установлены приближенные к оптимальным значения режимов резания и геометрии инструмента для получения минимальных значений R_a .

Теоретические расчеты R_a , результаты моделирования шероховатости и экспериментальные результаты отличаются не более 5 %.

На основании структурного математического моделирования чистовой обработки плоских поверхностей разработан ряд торцовых фрез, оснащенных СТМ. Результаты работы внедрены на ОАО “Бевеер” (г. Бердичев) и ОАО “Верстатуниверсалмаш” (г. Житомир).

Литература

1. Инструменты из сверхтвердых материалов / Под ред. Н.В. Новикова. – Киев: ИСМ НАНУ, 2001. – 528 с.
2. Рабочие процессы высоких технологий в машиностроении под ред. проф. Грабченко А.И. Харьков ХГПУ, 1999. – 554 с.
3. Розенберг А.М., Розенберг О.А. Силы и мощность при обработке металлов торцовыми фрезами из СТМ// Сверхтвердые материалы. – 1988. – № 1. – С. 47–50.

THE BEHAVIOUR OF THE BEARING SHELLS WITH LOW STANIUM CONTENT FOR THE ELECTRICAL RAILWAY ENGINES

¹Cornelia Victoria ANGHEL¹, ²Gilbert-Rainer Gillich², ³Cristi Chioncel³

Abstract: The paper presents some conclusions of an experimental studies refer to the behavior of the bearing shells with low stanium content on the Y-PbSn 10 antifriction slide layer in comparison with the Y-Sn 83 slide layer. The experimental test was performing with real geometrical dimensions of bearing shells, real intensity of forces and real speed between the spindle shaft and bearing shell. The study of the friction experimental coefficient diagrams shows a better tribological behavior for the Y-PbSn 10 antifriction slide layer like then Y-Sn 83.

1. Introduction

The rotors of the electrical railways tractions engines with 4000 H.P. are support on the axle by agency slide frictional bearing shells with rich stanium content as the antifrictional slide layer Y-Sn 83 and with low stanium content as the Y-PbSn 10.

The nominal load of this slide frictional bearings shells unfavorable distribution, on reduced area because: the driven cylindrical traction gearing is in console mounting on the electrical motor traction shaft and the rotation axle of railway engine has an elastically deformation bent, variable in time by a tiredness alternant stress cycle.

That reduced contact area lead to maximum hertzian stress between bearing shell and his shaft.

The lubrication of railway traction engine slide frictional bearing is made with a reduced oil flow, about 0,5...7,0 g/h, by appearance the boundary friction, between dry and fluidity, as in our case and the frictional conditions are very unfavorable, especially in variable low speed conditions.

By the deficient functional conditions of lubrification at normal load and relative speed between spindle shaft and bearing shell, the hertzian stress increase with 20...30 much that the normal stress, which is about 5 MPa.

2. The test stand

In the figure 1 is shown the scheme of the special tribological test stand. On the base are fixed the components of the stand as: electrical motor continuous current (1) for drive by an elastically coupling (2) the spindle of sliding bearing (3).

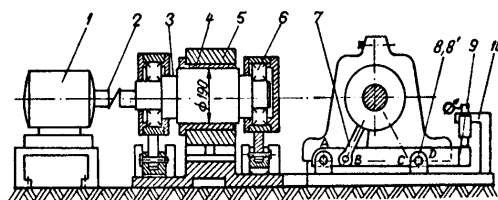


Fig.1 The scheme of the tribological test stand

The bearing shell (4) is fixed in carcasses (5) manufactured good to nominal geometrical dimensions.

¹ PhD Cornelia Victoria ANGHEL, Ass. Professor, "Eftimie Murgu" University of Resita – Romania, tel.+40-255-211056, Fax +40-255-210230, e-mail canghel@uem.ro

² PhD Gilbert-Rainer GILLICH, Asoc. Professor, "Eftimie Murgu" University of Resita – Romania, tel.+40-255-211056, Fax +40-255-210230, e-mail raini@uem.ro

³ Eng. Cristi CHIONCEL, Ass. Profesor . Professor, "Eftimie Murgu" University of Resita – Romania, tel.+40-255-211056, Fax +40-255-210230, e-mail c.chioncel@uem.ro.

The charge of sliding bearing achieve by a bar mechanism with bars (7) and oscillating bearing (6), bars (8) and (9), use of a hydraulic pump (10) which works at 1...100 bar pressure domain.

The center of the joints A, B, C, D may be selected for charge the test sliding bearing in real directions.

The experimental stand allows achieve all functional actual conditions for running in and working conditions.

The experimental tests stand out the modality for long life of the support slide bearing shells of the electrical railways engine.

Tribological behaviour of the bearing shells with low stanium content on the Y-PbSn 10 antifrictional slide layer in comparison with the Y-Sn 83 slide layer, was perform by a special test stand, whit the scheme shown in figure 1.

3. The main stress of sliding bearing shell

For the nominal forces achieve in actual working conditions the slide bearing shell, the main stresses are:

- a) the mechanical stress as: the hertzian contact stress, pitting and wear;
- b) the thermal stress at the high pressure and relative speed between bearing shell and the spindle shaft of sliding bearing at a beg friction coefficient and reduced oil flow;
- c) the frictional welding between the bearing slide shell and his spindle shaft, momentary arise in the first functional hours, when gradient temperature rapid increase and frictional welding between bearing slide shell and his shaft, momentary arise.

In this dangerous condition in the first functional hours appear a very expensive and unpleasant damage for the electrical railways tractions engines.

a) The mechanical hertzian contact stress inferior the permissible hertzian stress at nominal load and an hydrodynamic grease at a normal oil flow is a main parameter for limit the pitting and the wear.

b) The thermal stress at the high pressure and the relative speed between bearing shell and the spindle of sliding bearing at a beg friction coefficient and reduced oil flow may be calculate as:

$$p_m \cdot v \leq (p_m \cdot v)_a \quad (1)$$

when: p_m [MPa] is the medium pressure in sliding bearing; v [m/s] – the relative speed between bearing shell and the spindle shaft.

For the testing sliding bearing [3] admissible value is $(p_m \cdot v)_a = 4,5$ MPa.m/s.

The nominal temperature in normal working conditions of bearing shell and the spindle may be determinate by expression:

$$t = \frac{\mu R v}{d l k \alpha(v)} + t_0 \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (2)$$

where: μ is the friction coefficient between spindle and bearing shell; R – the total radial reaction; v – the relative speed between spindle and bearing shell; $\alpha(v)$ – the heat transfer coefficient; k – the radiant area coefficient of the bearing shell; d, l – the diameter, the length of the spindle respectively; t_0 – the ambient temperature.

The theoretical temperature t [$^{\circ}\text{C}$] of the bearing shell calculated by relation (2) at nominal load and speed was about $85^{\circ} \dots 90^{\circ}$ C.

The experimental temperature test, with help the precise thermo-electrical thermometer type Fe-Ko shows proximity values.

The temperature of bearing shells with low stanium content on the Y-PbSn 10 antifriction slide layer was whit $4^{\circ} \dots 5^{\circ}$ C low in comparison with the Y-Sn 83 slide layer.

4. Establish the friction coefficient

The tribological behavior of antifriction slide layer for bearing shells is precise determinate by friction coefficient μ , especially at functional conditions with low oil flow and the boundary friction, between dry and fluidity, as in our case.

The friction coefficient was experimental perform by measuring the lost friction power for driving electrical motor of test stand, see figure 1.

In figure 2 shown the variation of the friction coefficient μ for the Y-PbSn 10 antifriction slide layer in comparison with the Y-Sn 83 slide layer, when the medium contact pressure was constant $p_m = 2$ MPa and the relative speed between spindle shaft and bearing shell was $v = 0,5 \dots 3,5$ m/s.

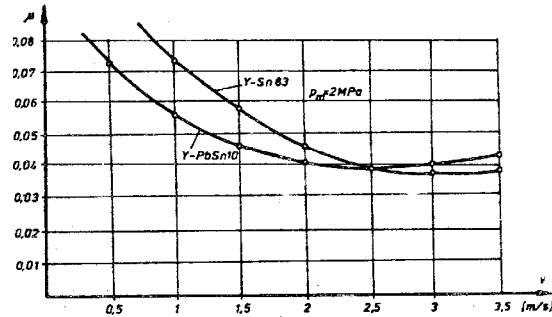


Fig.2 The variation of the friction coefficient μ for the the Y-PbSn 10 and Y-Sn 83 slide layer.

The analysis of the figure 2 show a good tribological behavior of the Y-PbSn 10 in comparison the Y-Sn 83 slide layer, when the relative speed between spindle shaft and bearing shell was $v \leq 2$ m/s.

After about 30 functional hours at nominal load and speed the internal surface of the bearing shells become shiny for the Y-PbSn 10 and the Y-Sn 83 slide layer, while the friction coefficient μ diminish at minimum value and functional conditions was at maximum.

A main influence on tribological functional condition of the bearing shell has the oil flow proportional to the quality; value the pressure and the cleanliness of the grease wicks.

When the grease wick is of good quality, has a adequate pressure on spindle shaft and is clean, the oil flow is maximum 6 g/s and diminish to 2,5 g/s after 2200 hours for normal functional conditions.

The quality and purity of the oil for grease has a beg influence for reduction the friction coefficient between spindle shaft and bearing shell.

Figure 3 shown the variation of the friction coefficient μ for the Y-Sn 83 antifriction slide layer in comparison with the Y-PbSn 10 slide layer with Pb – In galvanize covering.

The medium contact pressure was constant $p_m = 1$ MPa and the relative speed between spindle shaft and bearing shell was $v = 0,2 \dots 7,0$ m/s.

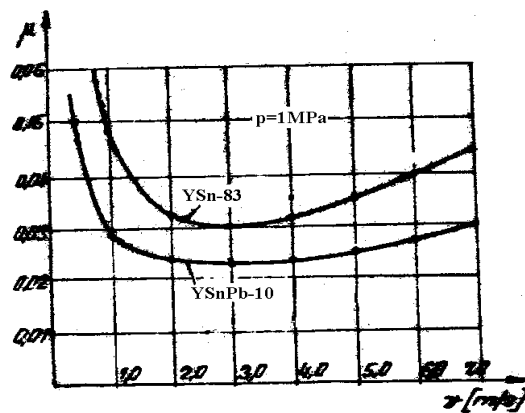


Fig. 3. Variation the friction coefficient μ for the Y-Sn 83 slide layer in comparison with the Y-PbSn 10 slide layer with Pb – In galvanize covering for the relative speed between spindle shaft and bearing shell was $v = 0,2 \dots 7,0$ m/s.

Using the same special test stand, whit the scheme shown in figure 1 may be study tribological behavior for the Y-Sn 83 and Y-PbSn 10 with galvanize covering for variation pressure between spindle shaft and bearing shell.

The variation the friction coefficient μ for the Y-Sn 83 antifriction slide layer in comparison with the Y-PbSn 10 slide layer with Pb – In galvanize covering, when the relative speed between spindle shaft and bearing shell is constant $v = 1$ m/s and the medium contact pressure $p = 0,3 \dots 2,0$ MPa is shown in figure 4.

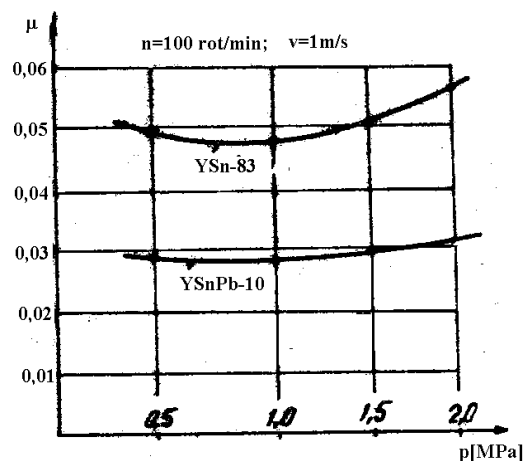


Fig. 4. The variation of the friction coefficient μ for the Y-Sn 83 antifrictional slide layer in comparison with the Y-PbSn 10 slide layer with Pb – In galvanize covering, when the relative speed between spindle shaft and bearing shell is constant $v=1\text{m/s}$ and the contact pressure is variable, $p = 0,3 \dots 2,0$ MPa.

The analysis of the last two diagrams lead to conclusion for the best tribological behaviour for the slide layer with Pb – In galvanize covering.

5. The influence of the quality of the spindle shaft and slide layer surface

The test on tribological behavior for the bearing shells of the electrical railways tractions engines permit to study the influence of the quality machining surface of the spindle shaft and the slide layer concerning on the friction coefficient μ , especially at functional conditions with low oil flow and the boundary friction, between dry and fluidity.

When the geometrical shape and dimensions was perfect perform, simultaneous whit a good surface finishing of the spindle shaft and the slide layer the tribological behavior was adequate at the nominal load and relative speed.

A good tribological functional condition of the bearing shell has when the oil flow is plentiful for assuring the fluidity of grease, as for the motor vehicle.

4. Conclusions

The tribological behavior of the bearing shells with low stanium content on the Y-PbSn 10 antifriction slide layer in comparison with the Y-Sn 83 slide layer, was perform by a special test stand. The analysis of the experimental friction coefficient show a good tribological behavior of the Y-PbSn 10 in comparison whit the Y-Sn 83 slide layer. The analysis of the last two diagrams lead to conclusion to the best tribological behavior for the slide layer with Pb – In galvanize covering.

When the geometrical shape and dimensions was perfect perform, simultaneous whit a good surface finishing of the spindle shaft and the slide layer the tribological behavior was adequate at the nominal load and relative speed.

A good tribological functional condition of the bearing shell has when the oil flow is plentiful for assuring the fluidity of grease, as for the motor vehicle.

References:

1. Anghel, Șt. – “Machine Devices”, Vol.I & II. „Eftimie Murgu” Publishing house, Reșița, 1996, 1997.
2. Anghel, Șt., Bartl, A., Dobrescu, A., Ponoran, I., Vela, I. – “Research with regard support bearing shell of the electrical tractions engines to the Electrical-Diesel Locomotive for use some antifriction materials with low stanium content”. MTM’84 Industrial Robots Simposium. Timisoara, 1984, pp.89-94.
3. *** - “Bearing shells”. UCM Resita, 2000.



AVAILABILITY AS A CRITERION OF MAINTENANCE EFFICACY OF PILLAR DRILLS

Vyara Pozhidaeva¹
Dragan Živković²

Abstract: Modern manufacturing requires pillar drills to be in operational state and for the efficiency of their capacity to be as great as possible. This paper considers the availability of pillar drills and the efficacy of their maintenance. Maintenance measures that are necessary to be carried out to ensure the operation of pillar drills, minimize the number of failures and increase their availability, are analyzed in detail. The research of maintenance efficacy for radial drills was carried out at the Agricultural machines factory, and the results are presented in this paper.

1. INTRODUCTION

For planning a manufacturing process, knowing the level of equipment availability, in this case, pillar drills, is of high importance. The determination of availability mainly relates to the determination of capacity and time losses in the manufacturing process. The methods of capacity usage calculation, and of other technical systems vary, but they always have the same goal: achieve an evaluation of capacity, as realistic as possible, for achieving a minimum of production costs and a maximum of business results. If due attention is drawn to time and how to use it optimally, and if we analyse the consumption and working time losses, it will show if it is possible to raise the level of equipment availability and production.

The total working time of pillar drills is the basis for measuring their availability. The availability of pillar drills is their capability to carry out specific operations within a specific time. Most often it is being defined for a period of one year, although it may be any period of time.

2. PILLAR DRILLS

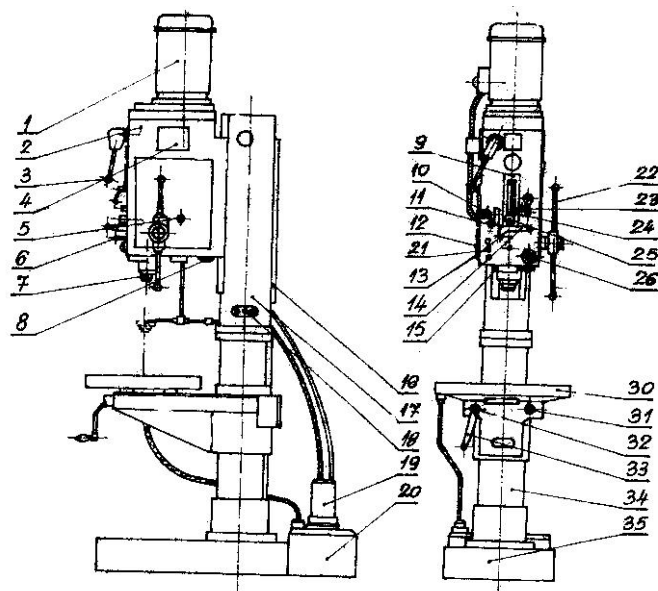
Pillar drills are single-spindle machines, intended for mass, serial and single manufacturing. With it it is possible to carry out drilling (by manual or automatic shifting) and creating threads. Drills of this type mainly are used for drilling up to a diameter of $\phi 32$ millimetres in SL-18, with a shift of $S=0,2$ mm/revolution and a number of revolutions of the main spindle equal $n=200 \text{ min}^{-1}$. The number of revolutions changer and shift changer, respectively, are located in the spindle guide of the drill. On the front side of the spindle guide is something like a "control panel" for the control of the pillar drill. On it, located are the levers for changing the number of revolutions of the spindle and for selecting the shifting, and three on/off buttons. The lever for adjusting the shift has a built-in safety lock which protects the lever from overload and breaking. The tools are removed from the spindle using a lever mechanism which is built in the pinoli and drilling spindle.

Pillar drills are equipped with a cooling device which consists of an electrical pump, a 25 l cooling liquid tank and corresponding conducts. The device pumps the cooling liquid from the tank and takes it to the nozzle through the corresponding conducts, and from there to the tool (borer or notcher) which is located in an operational section. Located on the nozzle is a valve that regulates the feed of cooling liquid to the tool. The liquid is returned to the tank through a spout hose.

Basic parts of pillar drills are shown in *figure 1*.

¹Dr Vyara Pozhidaeva, Assoc. prof. University of Mining & Geology "St. Ivan Rilski" Sofia, email: vpojidaeva@abv.bg

²Dr Dragan Živković, profesor VTŠ Zrenjanin, Đorđa Stratimirovića 23, 23000 Zrenjanin, e-mail: zivkkev@drenik.net



Slika1:Elements of a pillar drill

(1-electro-motor; 2-main spindle number of revolutions changer and shifting changer; 3-lever for changing the number of revolutions; 4-optimum working mode chart; 5-opening for oil filling; 6-auxiliary element for tool removal; 7-spindle; 8-opening for removal of oil; 9-drilling depth scale; 10-handle for lifting and lowering spindle guide; 11-handle for spindle guide fixing; 12-spiral spring for spindle return; 13-holder on the on/off lever for automatic shifting 14- on/off lever for automatic shifting; 15-spring housing support; 16-electrical equipment cover, 17-electrical equipment cover; 18-terminal for cooling liquid pump; 19-cooling liquid pump; 20-cooling liquid tank; 21-machine control keys; 22-lever for manual shifting; 23-lever for selection of automatic shifting; 24-fixing lever of drilling depth pointer; 25-drilling depth pointer; 26-oil level gauge, 30-working table; 31-working table lifting handle; 32-working table fixing handle; 33-handle; 35-machine base plate)

3. MAINTENANCE OF PILLAR DRILL

Maintenance can be defined as the need for undertaking technical and other activities having the basic goal to ensure correct function of equipment in the manufacturing process, with minimum maintenance costs caused by standstills due to repairs of a failure or maintenance cost which are not caused by standstills.

Maintenance has the task to undo failures and prevent their occurrence, and to provide reliable function of the manufacturing system during operation, and to eliminate all standstills that may occur in the process of exploitation.

The basic goals of an organised maintenance process are:

- minimising costs related to standstills in operation due to failures not planned,
- ensuring the required reliability level of manufacturing equipment,
- achieving better product quality,
- raising work productivity.

On time diagnosis of the condition of elements allows:

- better analysis of damage occurrence,
- planning of maintenance activities,
- better organisation of maintenance activities,
- lower cost of providing spare parts,
- stopping the machine before more serious damage occurs,
- greater reliability, availability and readiness of equipment.

4. CRITERIA FOR EVALUATING MAINTANCE

Measuring of evaluating quality is not always an easy task. However, to be able to establish quality, we must define certain, based on which we be able to evaluate the quality of a product or service, in advance. Some criteria for the evaluation of maintance, could be:reliability of a technical system, failure frequency, operating readiness, availability of equipment, functionality, correspondence, usability, appearance (design), documentation.

When the manufacturing equipment maintenance process, and evaluation of maintenance efficacy within a period of time is in question, the availability of manufacturing equipment is one of the criteria, certainly not the most important, but in any case one that can be identified and followed easily.

5. AVAILABILITY

We distinguish between the following types of availability: operating availability, own availability, achieved availability

Operating availability of a system is the probability that the system observed, will function in a way it was predicted, at any moment of the considered time period. Operating availability includes the time the system was in use and also its time in standstill. We can, therefore, express operating availability as:

$$Pro = tk / (tk +tz) \quad (1)$$

where:

Pro - operating availability,
tk - time in use,
tz - standstill time

Own availability of a system is the probability that the system observed, will function in a way it was predicted, at any moment of the considered time period. Own availability includes the time the system was in use and also the time needed for active repair. We can, therefore, express own availability as:

$$Prs = tk / (tk +tap) \quad (2)$$

where:

Prs - own availability,
tk - time in use,
tap - time for active repair

Own availability is always greater or at least equal to operating availability of the system, because it does not take into consideration time losses that are due to logistical requirements (waiting for the spare part to be supplied, etc.)

$$Prs \geq Pro \quad (3)$$

Achieved availability takes into consideration all maintenance types that are carried out on a system, i.e. planned (preventive) and not planned (corrective) maintenance.

6. MEASURING THE EFFICACY OF INTRODUCING THE QUALITY SYSTEM

Availability of manufacturing equipment is one, not the most important, from a number of criteria for evaluating efficacy of the Quality system. By comparing statistically recorded values of availability of hydraulic platforms from two different periods, we can come to an adequate evaluation of the quality level, i.e.

$$O_{SK} = P(t_1) - P(t_2) \quad (4)$$

$$O_{SK} = 0,0111$$

where:

O_{SK} - Quality evaluation between two periods of time, t_1 and t_2
 $P(t_1)$ - Availability of manufacturing equipment at t_1
 $P(t_2)$ - Availability of manufacturing equipment at t_2

It is obvious that, by implementing the procedures and principles of the Quality system in the maintenance sector of the agricultural machines factory, on the example of hydraulic platforms, there is an increase of their availability, which, in a quantified way, speaks of the effects of implementing the Quality system.

7. RESEARCH RESULTS

At the Agricultural machines factory "Zmaj" 26 pillar drills were observed, and for three years (2000, 2001 and 2002) the maintenance time intervals on a specific number of machines were recorded. As a result, determined were quantities, for which their average values per year, per machine are given in *table 1*.

Table 1.

Equipment name	Maintenance time in 2000 (h/year)	Maintenance time in 2001 (h/year)	Maintenance time in 2002. (h/year)	Average maintenance time (h/year)	Number of machines observed (units)
Pillar drills	715	915	554	728	26
Average value per 1 drill	27,5	35,2	21,3	28	
Availability	0,9841	0,9796	0,9877	0,9838	
Maintenance evaluation		0,0045	- 0,0081		

Analysing the table 1, we see that the average standstill time due to failure for pillar drills, and therefore the average intervention maintenance time is 728 hours per year. This reduces the possible capacity by 1,6 % per drill, which is a significant percentage, that may be significantly reduced by better and more organized maintenance. That would lead to a reduction of the manufacturing process costs. We assumed an available amount of 1725 hours per year, working in one shift

Operating availability includes both operating time and standstill time of the system. The average operating readiness may be determined applying the following expression:

$$Pro = tk / (tk + tz) \quad (5)$$

$$Pro = 1697 / (1697 + 28) = 0,9838$$

where:

Pro - operating availability,
 tk = 1697 (h/god)- operating time,
 tz = 28 (h/god)- standstill time.

From table 1 we see that the maintenance time during the first and second year of observation is the maintenance evaluation:

$$O_{Od} = P(t_1) - P(t_2) \quad (6)$$

$$O_{Od} = 0,9841 - 0,9796 = 0,0045$$

where:

O_{Od} - Evaluation of maintenance efficacy between to time periods t_1 i t_2
 $P(t_1)$ - Availability of manufacturing equipment at moment t_1
 $P(t_2)$ - Availability of manufacturing equipment at moment t_2

It is obvious that maintenance during the second year has been worse than in the first year of observation. In the third year, the maintenance quality increased compared to the second year.

8. CONCLUSION

Availability of pillar drills is one of many, not the only one and not the optimum criterion for evaluation of maintenance efficacy. By evaluation of maintenance efficacy we are given the possibility to evaluate the past work done in maintenance of manufacturing equipment, and see the mistakes and undertake appropriate actions for their elimination.

9. REFERENCE

[1] Živković, D: Sistem hidraulike kod automatskih revolver strugova i njegovo održavanje, *OMO, Vol. XXIX, No. 1-2*, Beograd, 2000, str:48.-55.

RASPOLOŽIVOST KAO KRITERIJUM USPEŠNOSTI ODRŽAVANJA STUBNIH BUŠILICA

Rezime: Savremena proizvodnja zahteva da se stubne bušilice nalaze u radnom stanju, odnosno da stepen iskorišćenja njihovog kapaciteta bude što veći. U radu se razmatra raspoloživost stubnih bušilica odnosno uspešnost njihovog održavanja. Detaljno se analiziraju mere održavanja koje je potrebno sprovesti da bi se obezbedio rad stubnih bušilica i minimizirao broj otkaza, odnosno povećala njihova raspoloživost. Istraživanje uspešnosti održavanja stubnih bušilica sprovedeno je u Fabrici poljoprivrednih mašina, a rezultati tog istraživanja prezentovani su u radu.



REASERCES REGARDING WELDING PEHD PIPES

¹ Ioan Adrian GHITIU, ² Dorel Spiru DUMITRIU

Kurzverfassung: Die Arbeit stellt die theoretischen und experimentellen Forschungen bezüglich der Festlegung der wichtigsten Parameter des Schweißprozessen der PEHD Rohren (PE80)

1. INTRODUCTION

The principle of fusion by heating consists in put together two surfaces heated at melting temperature and welding them applying same pressure. The applied pressure induce in a little part of a melted material a small deformation but the majority part of melted material it's mixed, producing the fusion.

When the High Density Polyethylene (PEHD), symbol PE80 ISO/DIS 12162 - MRS 8Mpa [1], it's heated, the spine macromolecules with crystalline structure it is developed in an amorphous structure. Cause a applied pressure, the molecules of two pies head pierce in each other, and the place of fusion it's cooling, the macromolecules returns to the crystalline structure, resulting a single homogenous pipe.

The welding capacity of the materials depending on their thermo plastically properties, the fusion welding it's a thermodynamic process.

2. THE FUSION WELDING PROCESS

For dead-to-head welding of pipes from PEHD, the frontal heads of the pipes it's headed to a melting temperature with a heating device named „thermoplate”. After heating the thermoplate it's eliminated, and the heads it's pressed until the cooling of the welding zone.

The steps of method are:

- Preparing for welding process include: cutting the pipes, perpendicularly on axis, with a drill or a cutting disc, staging them in device with wheels for easy to rotate, putting the pipes on line, clearing the thermoplate and cover the pipe against air flow
- First heating or „adaptation” care involve introducing the thermoplate between pipe heads, heating and pressing the heads to the thermoplate with a small force until increase the pipes diameter with 0,5 to 3,5 mm depending on pipes nominal diameter
- Final heating include reducing the pressing force to maintain the pipes head-to-head contact and complete heating the pipes.
- Commutation means distancing the pipes and eject the thermoplate.
- Welding process which have two steps: the first step involve putting together the pipes heads and pressing with maximum force (same with adapting force), the step two involve maintaining the adapting force until the welding aria temperature decrease at 60 °C.

¹ PhD Ioan Adrian GHITIU, Ass. Professor, „Eftimie Murgu” University of Resita - Romania, tel. +40 727 778419, fax. +40 255 210230, e-mail. a.ghitiu@uem.ro

² Dorel Spiru DUMITRIU, general manager, „Gospodarul” SRL Resita - Romania, tel. +40 255 211352, fax. +40 255 221849, e-mail. gospodarul@zappmobile.ro

3. THE TEMPERATURE OF THERMOPLATE

The experimental determination of breaking the stress was made according to DIN 53455 at 23 °C with 50 mm/min. For break testing the base material on use proof with the form stipulated in STAS 6642-73, and for proofing the breaking properties of welded material on use the same form of proof which was welded in the middle.

The high stress value of weld resulted for 200÷300°C thermoplate temperature, fig. 1.

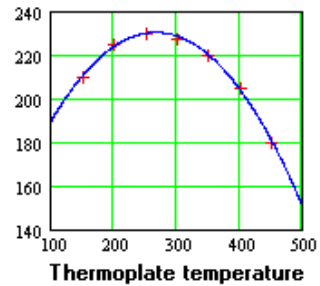


Fig. 1. The relationship between breaking stress and thermoplate temperature

4. THE BREAKING STRESS OF WELD

The experimental determination regarding breaking stress for non-welded and welded PEHD materials shown that the breaking stress of welded materials decrease at 80% of breaking stress of base PEHD material.

In fig.3 it's shown the curve of breaking stress

- 1 for base material,
- 2 for welding material, and
- 3 the percent of base material values and welded material value in %.

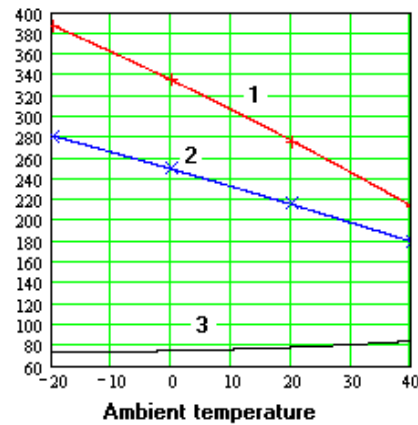


Fig. 3. The breaking stress

5. THE COOLING TIME

Considering an axial heat flow [x], the heating time – the adapting time it's can be calculated with formula 1:

$$t(L_o) = \frac{1}{4 \cdot a \cdot \left(\frac{1 - \theta_k}{1,05 \cdot L_o} + \frac{0,223}{d} \right)} \quad (1)$$

where: L_o - the length of pipe head where the temperature increase at melting point, a - thermal diffusivity of a material, d - exterior diameter of the pipe, θ_k - adimensional term definite with formula (2)

$$\theta_k = \frac{T_K - T_0}{T_G - T_0} \quad [-] \quad (2)$$

where: $T_K = 137^\circ\text{C} + 273,16^\circ = 410,16 \text{ K}$, melting material temperature, $T_G = 200^\circ\text{C} + 273,16^\circ = 473,16 \text{ K}$, minimal thermoplate temperature, $T_0 = 23^\circ\text{C} + 273,16^\circ = 406,16 \text{ K}$, ambient temperature.

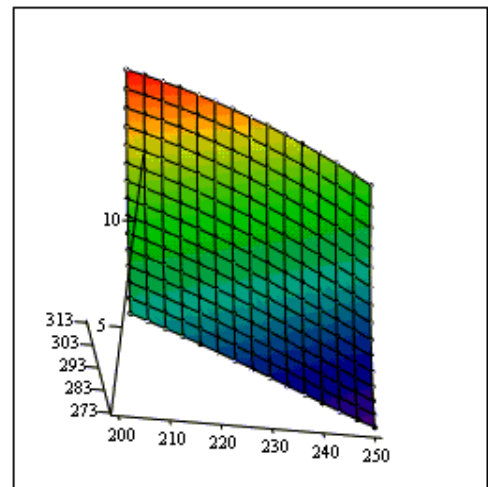


Fig. 3. The $t(L_o)$ relationship

6. CONCLUSIONS

For resulting a weld with maximum breaking stress, 80% from material maximum breaking stress, the thermoplate temperature must be 200÷250°C, and the time for heating or adapting must be x seconds.

REFERENCE

- [1] http://www.daelimchem.co.kr/www/eproduct_hdpe_detail_44.html
- [2] Sandbergt, H., La soudure des tubes polzethzlene de grand densitee, Rev. „Soudage et tchniques connexes”, Mai – June. 1997.
- [3] DIN 53455
- [4] STAS 6642-73



Mr S. Veselinović, S. Đurić, mr. P. Dašić*

LINIJA VELIKIH PRESA I ANALIZA OTKAZA

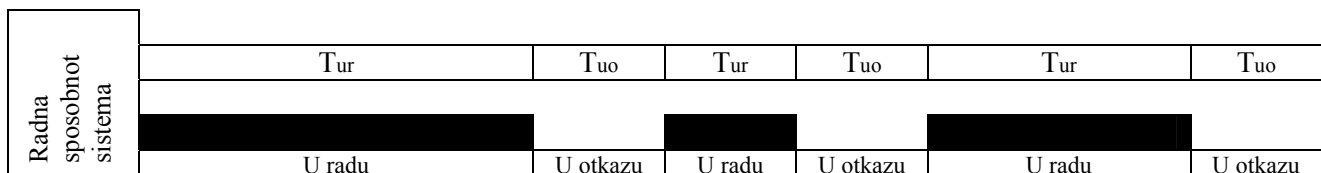
Rezime: U radu je dat prikaz primene različitih statističkih metoda u cilju ocene pouzdanosti pojedinih mašina i čitavih proizvodnih linija. Na primeru linije velikih presa u preseraju Fabrike automobila "Zastava" Kragujevac, izvršeno je snimanje otkaza i statistička ocena pouzdanosti i uzročnika otkaza primenom različitih metoda za ocenu pouzdanosti. Utvrđena zakonitost i matematički opis otkaza i kritičnih elemenata se skoro u potpunosti poklapa i opisuje stvarno stanje.

Ključne reči: presa, otpresak, pouzdanost, otkaz, matematički model, održavanje

1. UVOD

Tehnički sistemi sa stanovišta radne sposobnosti mogu da se nalaze samo u dva stanja (Slika 1.) koja se naizmenično smenjuju:

1. Stanje: U radu \Rightarrow Sistem zadovoljava i
2. Stanje: U otkazu \Rightarrow Sistem ne zadovoljava



Slika 1.

Svojsvo sistema da radi bez otkaza u određenim uslovima (režimi rada i okoline) i u određenom periodu vremena definiše se kao *pouzdanost*.

Problem pouzdanosti je veoma složen i zadire u sferu proizvodnje i sferu eksploatacije. Problemima pouzdanosti bavi se nauka o pouzdanosti koja proučava uzroke nastajanja otkaza kod mašina, određuje zakonitosti kojima su otkazi potčinjeni, razrađuje metode proračuna i ispitivanja i mogućnosti za povedanje pouzdanosti.

2. EKSPERIMENT

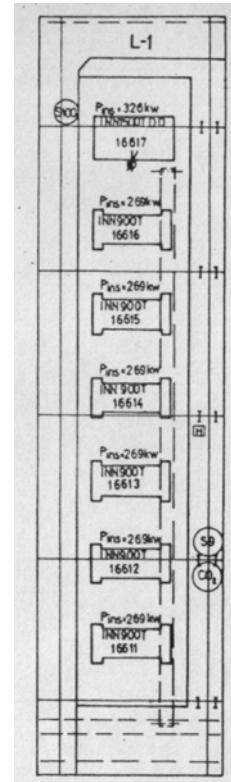
Eksperimentalni deo ovog rada obavljen je u Fabrici automobila "Zastava" u Kragujevcu. Fabrika automobila "Zastava" u Kragujevcu je poslovni sistem koga čine više funkcionalnih i organizacionih celina od kojih je Pogon preseraja jedan od najznačajnijih. Ovoj Pogon čine više odeljenja, linija koje su tehnološki povezane: linija pripreme lima, linija velikih presa, linija srednjih presa, linija malih presa, odeljenje kontrole otpresaka, linija baliranja otpadnog lima, odeljenje održavanja alata i odeljenje održavanja presa.

* Mr Svetlana Veselinović, dipl.inž.maš., Sava Đurić, dipl.inž.maš., Institut IMK "14.oktobar" Kruševac, Email:buba18@ptt.yu, mr Predrag Dašić, dipl.inž.maš, Viša tehničko tehnološka škola Kruševac, Email:dasicp@yahoo.com

Liniju velikih presa čine sedam presa koje su zaokružena tehnološka celina za proizvodnju otpresaka velikih dimenzija. Prese su proizvodnje italijanske firme INNOCENTI. Maksimalne dimenzije otpresaka koji se mogu izrađivati na ovim presama su 4.500x2.500 mm. Na ovoj liniji se izrađuju najznačajniji otpresci za sve "Zastavine" automobile: patos, krov, stranice, blatobrani, vrata i hauba automobila. Na Slici 2. prikazan je izgled prese INNOCENTI, a na Slici 3. tlocrt Linije velikih presa u Pogonu preseraja.



Slika 2. Presa INNOCENTI



Slika 3. Linija velikih presa

U Pogonu preseraja u Odeljenju održavanja presa prate se svi otkazi na mašinama na osnovu zahteva za popravku. Izgled zahteva za popravku prikazan je na Slici 4. Ovo se odnosi i na Liniju velikih presa L-1. Na bazi podataka o otkazima iz Karte otkaza sistema prikazane na Slici 5. urađena je analiza pojave stanja u otkazu za sve prese na liniji.

Ovako prikupljeni podaci obrađeni su u tabeli prikazanoj na Slici 6. na kojoj su prikazana stanja **U radu** i **U otkazu** za svih sedam presa INNOCENTI na Liniji velikih presa L-1.

Pomoću Paerto analize utvrđeno je da se najveći broj otkaza javlja na presi INNOCENTI 900 tona, L-1/3, što se može videti sa grafičkog prikaza na Slici 7.

Three forms for repair requests (Zahtev za popravku) for different machines. Each form includes fields for machine number, location, and a grid for recording repair details.

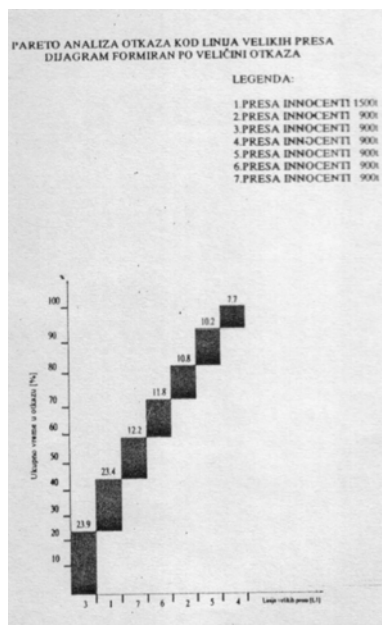
KARTA OTKAZA SISTEMA
LINJA L-1

R. br.	POJAVA STANJA U OTKAZU			ELEMENTI STANJA U OTKAZU			VREMENA ZA OPOPRAVKU (min)	VREMENA ZA PROMJENU (min)
	DIVIZIJA	ODJEL	STANJE	SPECIFIKACIJA	VRSTA OTKAZA	1		
1	13.1.1986	13	8	nepravilno držanje lista	kon. smotak	12,5	15.1.1986	14
2	24.1.1986	14	12	bockanje ključeva na loži	bockanje ključeva	12,5	25.1.1986	6
3	16.4.1986	18	13	ne radi	oslobovanje ključeva	12,5	16.4.1986	4
4	7.8.1986	14*	18	ne radi	kon. razlika	12,5	8.8.1986	9
5	11.9.1986	11	9	ne radi	bockanje ključeva	12,5	12.9.1986	4
6	17.11.1986	18*	18*	bockanje ključeva	bockanje ključeva	12,5	18.11.1986	7
7	10.11.1986	10	11	nepravilno oslanjanje na list	bockanje ključeva	12,5	22.11.1986	23
8	9.12.1986	8	12	nepravilno oslanjanje na list	bockanje ključeva	12,5	9.12.1986	4
9	30.1.1987	7	16	nepravilno oslanjanje na list	bockanje ključeva	12,5	31.1.1987	17
10	24.2.1987	9	13	bockanje ključeva na loži	bockanje ključeva	12,5	24.2.1987	4
11	21.4.1987	8	13	bockanje ključeva na loži	bockanje ključeva	12,5	21.4.1987	5
12	9.6.1987	11	11	nepravilno oslanjanje na list	bockanje ključeva	12,5	11.6.1987	16
13	22.8.1987	11	16	nepravilno oslanjanje na list	bockanje ključeva	12,5	22.8.1987	5
14	5.10.1987	13	9	nepravilno oslanjanje na list	bockanje ključeva	12,5	8.10.1987	20
15	12.10.1987	8	13	bockanje ključeva na loži	bockanje ključeva	12,5	12.10.1987	5
16	12.11.1987	10	13	bockanje ključeva na loži	bockanje ključeva	12,5	12.11.1987	5
17	15.2.1988	10	13	bockanje ključeva na loži	bockanje ključeva	12,5	15.2.1988	3

Slika 4. Izgled Zahteva za popravku Slika 5. Izgled Karte otkaza sistema

R. br.	MAŠINA	STANJE	VREME u radu (R.) u otkazu (O)											
			u radu (R.)											
			u otkazu (O)											
1	INNOCENTI 1500	R	51	59	447,5	417	160	93	114	4				
		O	12	2										
		R	72,5	77	245	25	450	501	300	447				
		O	7	14	88	4	13		10	16				
		O	5	4	601	8	431	366	292	634				
2	INNOCENTI 900	R	4	120,5	601	431	366	292	634					
		O	6	5	448	5	869,5	7	5	0				
		R	305	455	448	16	869,5	5						
		O	3	5	460,5	16	617,5	5						
		O	43	61	460,5	4	617,5	193	368,5	10				
3	INNOCENTI 900	R	14	61	460,5	4	617,5	193	368,5	10				
		O	03	283	130	4	315	9	270	8	7	25		
		R	15	181	517	4	5	16	5	20				
		O	5	3	517	5								
		O	51	453	390	5	110	370	387	580				
4	INNOCENTI 900	R	51	453	390	5	110	370	387	580				
		O	5	6	820	5	5	4	4	7				
		R	463	390	820	5								
		O	5	4	5									
		O	531	568	405	400	430	575	10	296				
5	INNOCENTI 900	R	9	6	13	4	2	10	7					
		O	598	230	415	7								
		R	509	373	489	4	415	403	202	432				
		O	18	5	489	4	7	5	6	5				
		O	755	730	488	4								
6	INNOCENTI 900	R	20	3	4	4								
		O	505	308	345	5	480	770	635	535				
		R	14	7	345	5	20	9	10	5				
		O	600	560										
		O	9	3										

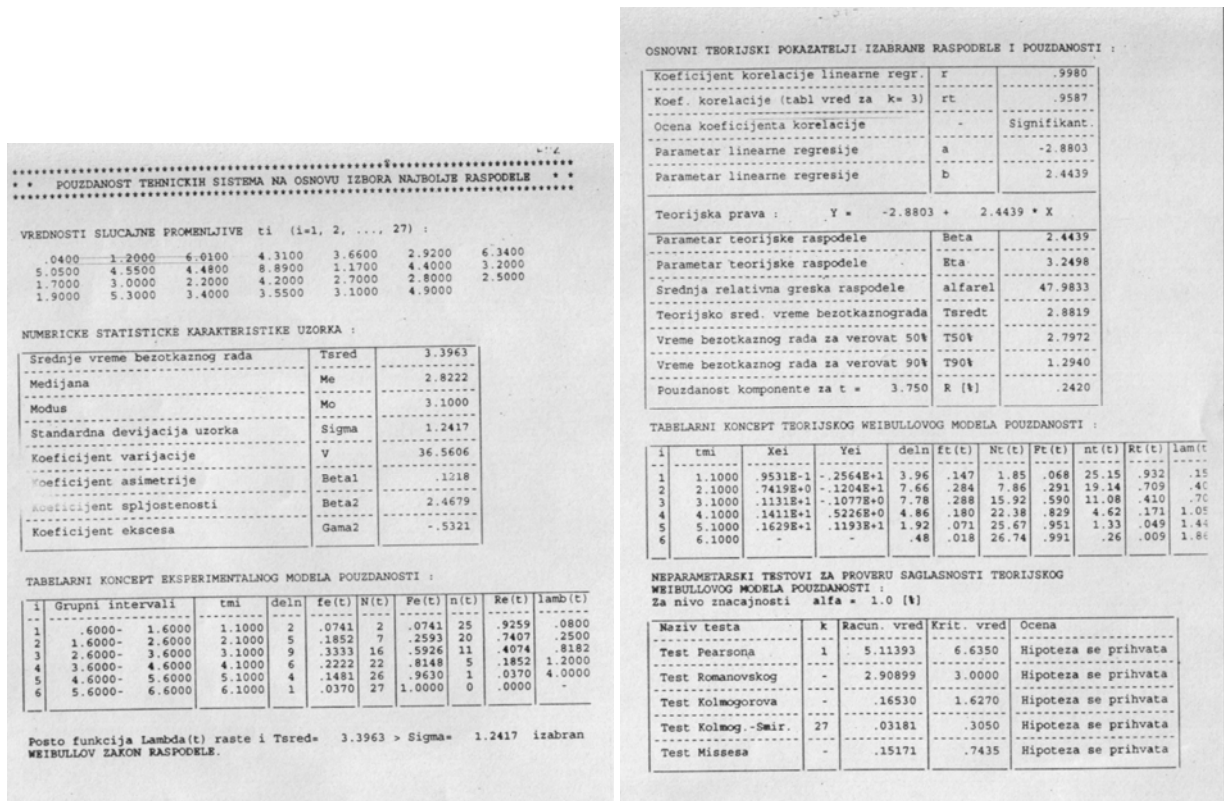
Slika 6. Tabelarni prikaz stanja presa na Liniji velikih presa L-1



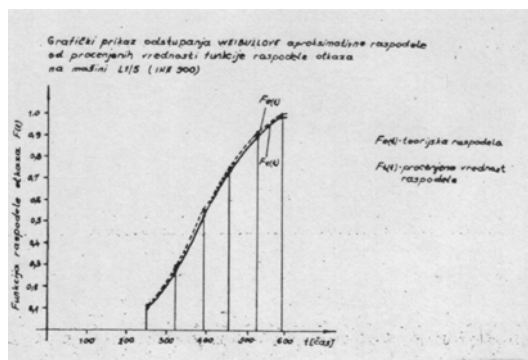
Slika 7. Paerto analiza. Grafički prikaz otkaza na Liniji velikih presa L-1

3. MATEMATIČKA OBRADA PODATAKA

Matematička obrada eksperimentalnih podataka urađena je uz pomoć stecijalno za tu svrhu razvijenog programskog paketa koji omogućava analizu rezultata eksperimenta uz korišćenje više raspodela kao što su: Eksponencijalna raspodela, Normalna raspodela, Weibullova raspodela i Logaritamska raspodela. Utvrđeno je, kao i kod Puerto analize, da se najmanji broj otkaza javlja na mašinama L-1/2, L-1/4 i L-1/5, odnosno da su one duži vremenski period od ostalih mašina bile **U radu**, a da se najviše otkaza javlja na mašini L-1/3 i da je ona kritična s aspekta verovatnoće otkaza. Izveštaj sa računara o matematičkoj obradi podataka prikazan je na Slici 8. Na Slici 9. dat je grafički prikaz teorijske raspodele i Weibullove raspodele urađene na bazi eksperimenata.



Slika 8. Tabelarni prikaz matematičke obrade eksperimentalnih podataka



Slika 9. Grafički prikaz matematičke obrade eksperimentalnih podataka

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata, prikazanih grafički i tabelarno, može se zaključiti da su, u Fabrici "Preseraj" poslovnog sistema Fabrike automobila "Zastava" u Kragujevcu u Pogonu velikih presa, najpouzdanije mašine, mašine sa najmanje otkaza, prese L-1/2, L-1/4 i L-1/5, a da je presa L-1/3 najnepouzdanija i mašina sa najviše otkaza u toku rada. Weibulova raspodela i matematički opis pouzdanosti Linije velikih presa L-1 verno opisuju stvarno stanje što se može videti i iz grafičkog prikaza pouzdanosti. Odstupanja aproksimativne raspodele otkaza "prati", bez većih odstupanja, njenu teorijsku, sračunatu krivu.

5. LITERATURA

1. Mr Svetlana Veselinović, Pouzdanost pogonskih sistema mašina za obradu deformisanjem i njen uticaj na postavljanje sistema njihovog remonta i održavanja, Magistarski rad, Mašinski fakultet Niš, Niš, 1996.
2. Dr Lj. Papić, Osnovne koncepcije analize vrsta, posledica i kritičnost otkaza, Zbornik radova OMO konferencije "Statističke metode i sertifikacija sistema kvaliteta", Beograd, 1994.
3. I.Z. Aronov, Lj. Papić, Planiranje skraćenih ispitivanja na pouzdanost pri normalnoj raspodeli u radu, Zbornik radova LESI seminara "Pouydanost i dijagnostika industrijskih sistema", Čačak, 1991.
4. S. Nolovec, B. Stamenković, Analiza načina, efekata i kritičnosti sistema - Kniga 1. - AVPKO, Čačak, 1994.
5. N. Vujanić, Teorija pouzdanosti tehničkih sistema, Vojnoiydavački centar, Beograd, 1990.

LARGE PRESSES LINE AND ANALYSIS OF FAILURES

Summary: *In this paper is given a presentation of use of different statistic metods in order to verify reliability of certain machines and productional lines. For example of large presses line in Factory automobile "Zastava" Kragujevac, is done a recording of failures and statistic verification of reliability and causes of failures by application of diferent methods for verification of reliability. The laws were established and mathematical description of failures and critical elements are almost matched so the real condition is described.*

Key words: *press, blank, reliability, mathematical model, maintenance*



Vasić, Ž.¹, Kalajdžić, M.²

ANALIZA GEOMETRIJE REZNOG DELA ZAVOJNE BURGIIJE DUŽ GLAVNOG SEČIVA

Rezime: Ovaj rad se bavi analizom promene uglova reznog dela konusne zavojne burgije duž glavnog sečiva. U cilju efikasne analize grudnih i leđnih uglova duž glavnog sečiva primenom računara, definisan je opšti matematički model grudne i leđne površine. Analiza je sprovedena za statičku i kinematičku geometriju konusne zavojne burgije primenom osnovnih postavki vektorske algebre.

Ključne reči: zavojna burgije, leđni ugao, grudni ugao, glavno sečivo

1. UVOD

U poslednjih nekoliko decenija su intenzivirana istraživanja u oblasti analize i optimizacije geometrije reznog dela zavojne burgije u cilju dobijanja boljih performansi zavojnih burgija u procesu rezanja. Analiza geometrije reznog dela zavojne burgije u fazi projektovanja je veoma značajna zbog činjenice da promena geometrije ima veliki uticaj na karakteristike procesa rezanja. U cilju sprovođenja efikasne analize i optimizacije parametara geometrije reznog dela zavojne burgije savremeni pristup projektovanja zavojnih burgija se sve više oslanja na primenu računara. Međutim, za izvođenje određenih analiza i simulacija na računaru, u različitim fazama projektovanja, neophodno je razviti matematički model geometrije zavojne burgije, odnosno matematički model karakterističnih površina koje u potpunosti određuju geometriju zavojne burgije. U ovom radu je dat kratak prikaz izvođenja matematičkog modela geometrije konusne zavojne burgije, koje se najčešće susreću u praksi i analiza geometrije reznog dela zavojne burgije izvršena na bazi datog modela.

2. GEOMETRIJA ZAVOJNE BURGIIJE

Rezni deo zavojne burgije je definisan sa leđnom A_α i grudnom A_β površinom. Presekom leđne i grudne površine se formira glavno i pomoćno sečivo. Za svaki razni alat se položaj grudne i leđne površine definiše u statičkom i kinematičkom koordinatnom sistemu. Statički koordinatni sistem određuju osnovna ravan P_r , uslovna ravan kretanja P_f i ravan P_p . Osnovna ravan P_r prolazi kroz posmatranu tačku O na glavnom sečivu i uzdužnu osu burgije, ravan uslovnog kretanja P_f je normalna na ravan P_r i paralelna osi burgije i po pravilu sadrži vektor brzine rezanja i brzine pomoćnog kretanja, a ravan P_p je upravna na prethodne dve ravni. Pored ovih ravni definiše se ravan rezanja P_s – sadrži sečivo i normalna na ravan P_r , ravan P_n upravna na sečivo i normalna ravan P_0 – upravna na ravan P_r i projekciju glavnog sečiva na ravan P_r . Kinematički koordinatni sistem određuju kinematička osnovna ravan P_{re} , kinematička ravan kretanja P_{fe} , i kinematička ravan P_{pe} . Kinematička osnovna ravan P_{re} prolazi kroz posmatranu tačku O i upravna je na vektor rezultujuće brzine rezanja, kinematička ravan kretanja P_{fe} je ravan koja je određena vektorima brzine glavnog i pomoćnog kretanja (kod burgije uvek se poklapa sa ravni uslovnog kretanja P_f) a kinematička ravan P_{pe} je upravna na prethodne dve ravni. Pored ovih kinematičkih ravni definišu se još i kinematičke ravni P_{se} , P_{oe} i P_{ne} , slično kao kod statičke geometrije. Položaj grudne i leđne površine u statičkom i kinematičkom koordinatnom sistemu je određen pomoću dva ugla: grudnog γ i leđnog α . Grudni ugao je ugao koji tangentna ravan grudne površine zaklapa sa osnovnom ravni P_r , a leđni ugao je ugao koji tangentna ravan leđne površine zaklapa sa ravni rezanja P_s . Ova dva karakteristična ugla se mogu meriti u različitim

¹ Željko Vasić, Mašinski fakultet u Beogradu, tel:011/3302-438, Email:zvasic@mas.bg.ac.yu

² Prof. dr Milisav Kalajdžić, Mašinski fakultet u Beogradu, tel:011/3302-408, Email:mkalajdzic@mas.bg.ac.yu

ravnima, tako da možemo definisati grudne i leđne uglove za ravni P_o , P_p i P_f . Pored ovih uglova, za potpuno definisanje geometrije reznog dela zavojne burgije je potrebno odrediti napadni ugao κ_r i ugao nagiba sečiva λ_s . Ovim uglovima se definiše položaj glavnog sečiva u odnosu na koordinatne ravni statičkog i kinematičkog sistema, što se može videti sa slike 1. Geometrija reznog dela zavojne burgije je definisana u skladu sa standardom ISO/DIS 3002, odnosno našim standardom JUS K.A2.010. i preuzeta je iz [2] i [4].

Promena geometrije reznog dela zavojne burgije duž sečiva svrstava zavojnu burgiju u grupu složenih reznih alata. Prema tome, za potpuno definisanje geometrije reznog dela zavojne burgije je potrebno dati vrednost karakterističnih uglova za svaku pojedinačnu tačku sečiva, odnosno dati funkciju zavisnosti karakterističnih uglova od položaja posmatrane tačke na sečivu. Funkcije zavisnosti karakterističnih uglova od položaja tačke na sečivu su izvedene na bazi izvora [1], [3] i [4].

Položaj tačke na sečivu zavojne burgije je određen vektorom položaja tačke u odnosu na osu burgije posmatrano u ravni P_p , odnosno bezdimenzionim parametrom koji se dobija kao odnos intenziteta vektora položaja tačke i poluprečnika burgije (pogledati sliku 1):

$$\rho = \frac{r}{R} = \frac{2r}{D} \quad (1)$$

gde je: r – intenzitet vektora položaja tačke na sečivu, $R=D/2$ – poluprečnik burgije

Ugao vektora položaja posmatrane tačke se određuje na osnovu sledećeg izraza:

$$\phi = \arcsin \frac{k}{\rho} \quad (2)$$

gde je: $k = \frac{r_1}{R}$, r_1 - poluprečnik jezgra burgije

Na osnovu prethodnog izraza za ugao ϕ i geometrijskih zavisnosti koje su prikazane na slici 1. je moguće izvesti izraze za izračunavanje napadnog ugla κ i ugla nagiba sečiva λ_s koji definišu položaj sečiva:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \kappa_r &= \operatorname{tg} \kappa \cdot \cos \phi \\ \operatorname{tg} \lambda_s &= \sin \kappa_r \cdot \operatorname{tg} \phi \end{aligned} \quad (3)$$

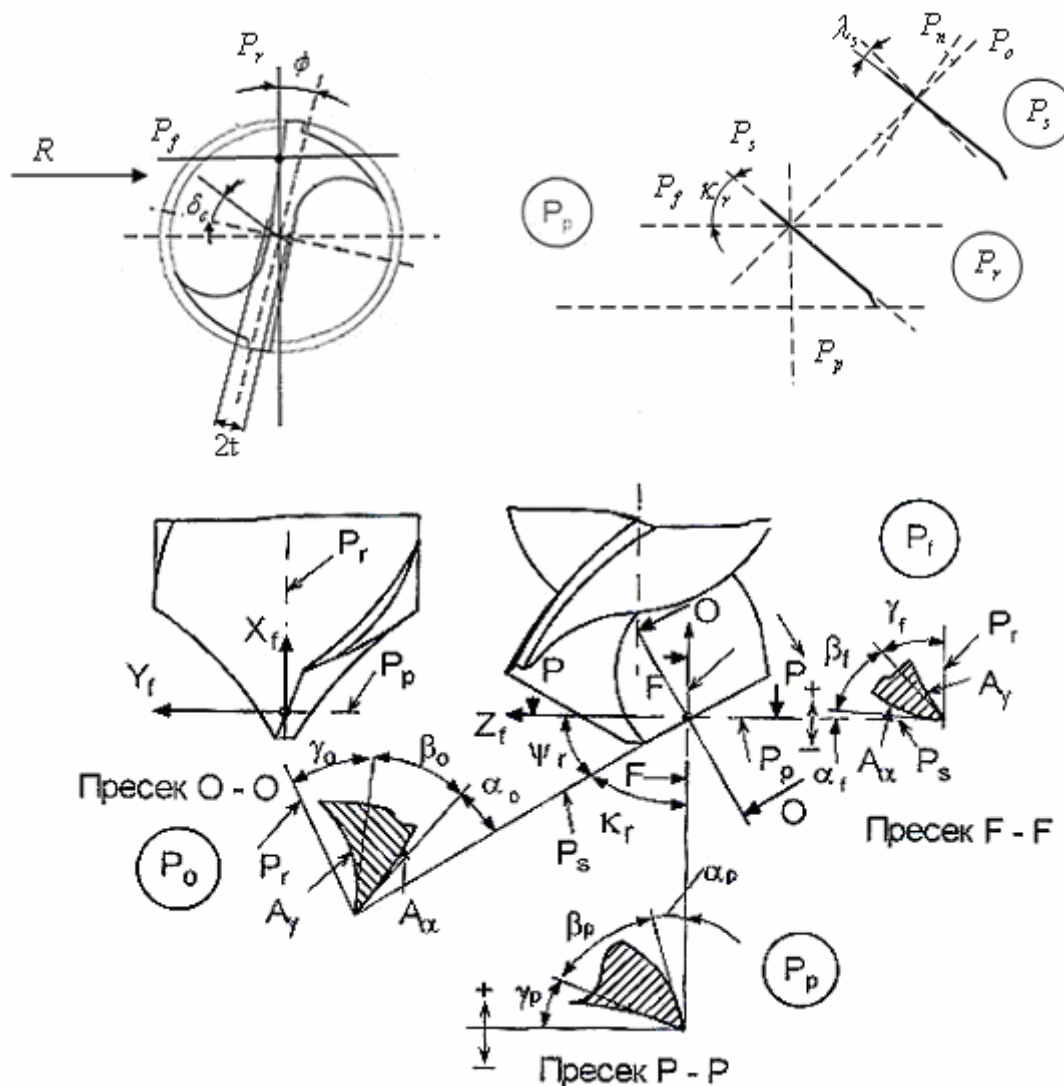
2.1. Leđna i grudna površina

Promena geometrije, odnosno uglova, reznog dela zavojne burgije ima veliki uticaj na performanse zavojne burgije, što ukazuje na potrebu detaljne analize geometrije, odnosno analize promene leđnog i grudnog ugla duž sečiva, koji imaju najveći uticaj na karakteristike procesa rezanja. Leđni i grudni uglovi duž sečiva reznog dela zavojne burgije su određeni grudnom i leđnom površinom, odnosno tangentnim ravnima na preseku ove dve površine. Geometrijsko mesto tačaka preseka grudne i leđne površine predstavlja glavno i pomoćno sečivo. Matematički model grudne površine zavojne burgije se dobija zavojnim kretanjem glavnog sečiva, koje je u većini slučajeva prava linija u prostoru, duž uzdužne ose burgije. Geometrija zadnjeg dela zavojnog žljeba zavojne burgije treba da omogućiti efikasno odvođenja strugotine iz zone rezanja i dovodenje SHP-a u zonu rezanja i dovoljnu krutosti burgije, te se na osnovu ova dva kriterijuma i definiše. Na osnovu prethodne analize je moguće definisati poprečni presek burgije (slika 2), odnosno presek burgije u ravni P_p čijim zavojnim kretanjem se ostvaruje karakterističan zavojni žleb. Poprečni presek burgije i površina nastala njegovim kretanjem duž zavojnice je prikazana na slici 2. Kriva poprečnog preseka se može, u opštem slučaju, predstaviti polinomom sledećeg oblika:

$$P(x, y) = y - \sum_{i=1}^n b_i x_i = 0 \quad (4)$$

Rotacijom datog poprečnog preseka oko uzdužne ose burgije za ugao ξ se dobija jednačina poprečnog preseka u odnosu na nepokretni koordinatni sistem u funkciji ugla rotacije:

$$P(x, y) = x \sin \xi - y \cos \xi + \sum_{i=1}^n b_i (x \cos \xi + y \sin \xi)_i = 0 \quad (5)$$



Slika 1. Statička geometrija reznog dela zavojne burgije

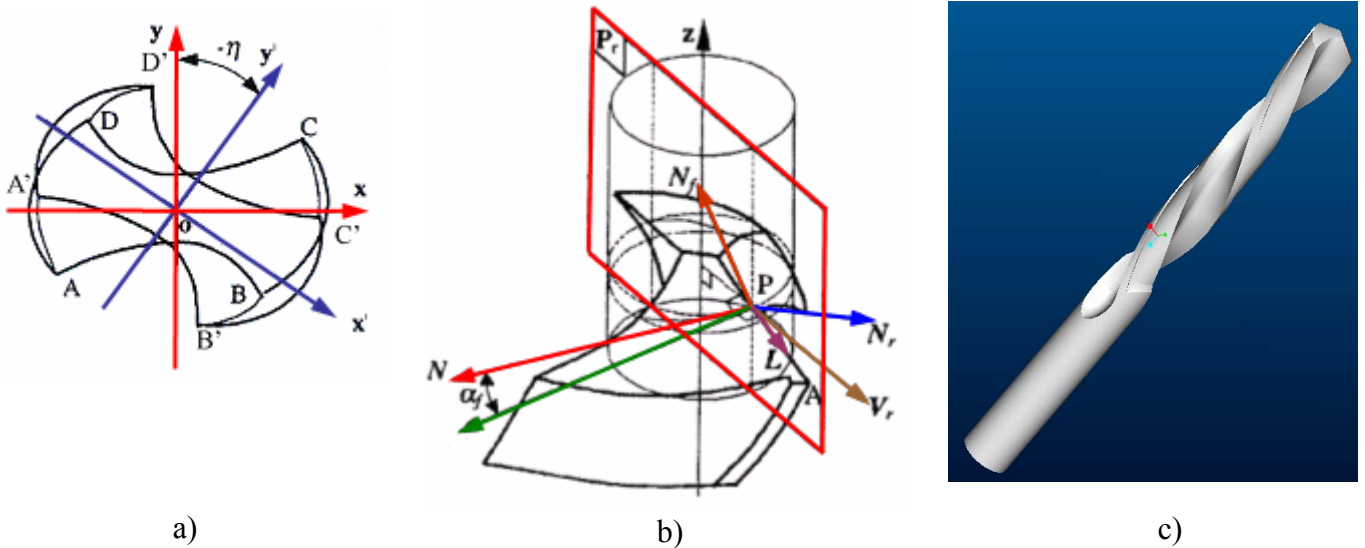
Zavojnim kretanjem (rotoacijom i translacijom) poprečnog preseka $P(x,y)$ se dobija jednačina zavojnog žljeba koja u potpunosti definiše grudnu površinu zavojne burgije:

$$\left. \begin{aligned} P(x, y) &= x \sin \xi - y \cos \xi + \sum_{i=1}^n b_i (x \cos \xi + y \sin \xi)_i = 0 \\ z &= z_A + \frac{h}{2\pi} \xi = z_A + \frac{D \cdot \operatorname{tg} v}{2} \cdot \xi \end{aligned} \right\} \Rightarrow P_g(x, y, z) = 0 \quad (6)$$

Oblik leđne površine zavojne burgije zavisi od načina oštrenja vrha reznog dela burgije. U praksi su najzastupljenije zavojne burgije sa konusnim oštrenjem, ali pored njih primenjuju se i burgije sa ravnim, cilindričnim i spiralnim oštrenjem. U daljem tekstu analiza je sprovedena za konusne zavojne burgije, iako je sličnu proceduru moguće primeniti i u analizi ostalih vrsta burgija. Jednačina konusne leđne površine je data jednačinom:

$$z_M + \frac{\sqrt{x_M^2 - y_M^2}}{\tan \theta} = 0 \Rightarrow P_M(x, y, z) = 0 \quad (7)$$

gde je θ - parametar konusne ledne površine



Slika 2. Izvođenje matematičkog modela grudne površine. a) rotacija poprečnog preseka zavojne burgije u ravni P_p , b) presek grudne i ledne površine i određivanje lednog ugla, c) CAD model zavojne burgije definisan na osnovu matematičkog modela grudne i ledne površine

Transformacijom jednačine ledne površine iz koordinatnog sistema mašine u koordinatni sistem zavojne burgije dobijamo matematički model ledne površine u koordinatnom sistemu burgije. Matematički model konusne ledne površine zavojne burgije je dat u sledećem obliku:

$$P_{\ell_1} = -\bar{x} \sin \varphi + z \cos \varphi + \frac{1}{\tan \theta} \left(\sqrt{x_1^2 + (\bar{y} - S)^2} - \sqrt{B^2 \sin^2 \varphi + S^2} \right) = 0 \quad (8)$$

gde je:

$$\begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \\ \bar{z} \end{bmatrix} = \text{rot}(\bar{z}, -\beta) \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} x_1 &= \bar{x} \cos \varphi + (z + B) \sin \varphi \\ B, S, \varphi, \theta, \beta &- \text{parametri brusenja} \end{aligned}$$

Ledna površina drugog sečiva je simetrična u odnosu na ravan yz te se jednačina druge ledne površine dobija kada u izraz za P_{ℓ_1} izvršimo sledeću zamenu $x=-x$ i $y=-y$, nakon čega dobijamo:

$$P_{\ell_2}(x, y, z) = P_{\ell_1}(-x, -y, z) \quad (9)$$

Na osnovu matematičkog modela ledne i grudne površine razvijen je CAD model zavojne burgije (slika 2c) koji se koristi za MKE analizu u izučavanju dinamike procesa rezanja.

2.2. Leđni i grudni uglovi duž sečiva zavojne burgije

Leđni i grudni uglovi sečiva zavojne burgije predstavljaju uglove koje normala leđne i grudne površine zaklapa u odnosu na određenu ravan za koju se razmatrani uglovi definišu. Obično se grudni i leđni uglovi definišu ili za normalnu ili ravan uslovnog kretanja. Na osnovu matematičkog modela leđne i grudne površine je moguće matematički odrediti sve uglove koji definišu rezni deo zavojne burgije.

Kriva glavnog sečiva se dobija presekom grudne i leđne površine, što se matematički može predstaviti u sledećem obliku:

$$\left. \begin{aligned} P(x, y, z) &= 0 \\ P_{\ell_1(\ell_2)}(x, y, z) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Jednačina se rešava numeričkom metodom zbog nemogućnosti dobijanja eksplicitnog rešenja.

Normala tangetne ravni na leđnoj površini u proizvoljnoj tački na sečivu (slika 2b) je data izrazom:

$$\vec{N}_f = N_{fx}\vec{i} + N_{fy}\vec{j} + N_{fz}\vec{k} = \frac{\partial P_{\ell_1}}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial P_{\ell_2}}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial P_{\ell_3}}{\partial z}\vec{k} \quad (11)$$

a normala tangetne ravni na grudnoj površini u proizvoljnoj tački na sečivu (slika 2b) je:

$$\vec{N}_r = N_{rx}\vec{i} + N_{ry}\vec{j} + N_{rz}\vec{k} = \frac{\partial P_g}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial P_g}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial P_g}{\partial z}\vec{k} \quad (12)$$

Tangentni vektor rezne ivice u proizvoljnoj tački, uzimajući u obzir karakteristične normale definisane izrazima (11) i (12) se može odrediti sledećim izrazom:

$$\vec{L} = \vec{N}_r \times \vec{N}_f = \begin{vmatrix} i & j & k \\ N_{fx} & N_{fy} & N_{fz} \\ N_{rx} & N_{ry} & N_{rz} \end{vmatrix} \quad (13)$$

Leđni ugao je veoma bitan ugao jer sprečava kontakta između leđne površine i površine obradka, a u isto vreme treba da obezbedi i dovoljnu čvrstoću reznog klina. Zbog toga je njegova analiza veoma bitna u fazi projektovanja burgije. Leđni ugao u proizvoljnoj tački na glavnom sečivu zavisi od načina formiranja leđne površine, odnosno od matematičkog modela leđne površine. Uzimajući u obzir matematički model leđne površine leđni ugao proizvoljne tačke na glavnom sečivu se određuje kao ugao između vektora \vec{V}_{af} i normalnog vektora osnovne ravni P_r , dok je vektor \vec{V}_{af} normalan na vektor \vec{N}_f i vektor \vec{V}_f (slika 3). Prema tome, vektor \vec{V}_{af} u proizvoljnoj tački na sečivu je:

$$\begin{aligned} \vec{V}_r &= V_{rx}\vec{i} + V_{ry}\vec{j} + V_{rz}\vec{k} = x\vec{i} + y\vec{j} + 0\vec{k} \\ \vec{V}_{af} &= \vec{V}_r \times \vec{N}_f = \begin{vmatrix} i & j & k \\ x & y & 0 \\ N_{fx} & N_{fy} & N_{fz} \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (14)$$

Leđni ugao se dobija na osnovu sledećeg izraza:

$$\alpha_f = \arccos \frac{\vec{N}_f \cdot \vec{V}_{af}}{|\vec{N}_f| |\vec{V}_{af}|} = \arccos \frac{\sqrt{(x^2 + y^2)} \cdot N_{fz}}{\sqrt{(x^2 + y^2) \cdot N_{fz}^2 + (y \cdot N_{fx} - x \cdot N_{fy})^2}} \quad (15)$$

Ukoliko ugao nagiba zavojnice posmatramo u odnosu na ravan uslovnog kretanja P_f onda grudni ugao γ_f predstavlja ugao nagiba zavojnice u posmatranoj ravni P_f . Ugao nagiba zavojnice meren na najvećem prečniku je:

$$\nu_D = \arctg \frac{\pi \cdot D}{h} \quad (16)$$

gde je: D – prečnik burgije, h- korak zavojnice

Ugao nagiba zavojnice se smanjuje duž glavnog sečiva tako da na preseku glavnog i pomoćnog sečiva praktično se izjednačava sa nulom. Ukoliko pretpostavimo da se ugao zavojnice menja ravnomerno duž glavnog sečiva izraz za određivanje ugla nagiba zavojnice, odnosno grudnog ugla u funkciji radijusa ima sledeći oblik:

$$v = \gamma_f = \operatorname{arctg} \left[\frac{(\rho \cos \delta_c - k) \pi D}{(\cos \delta_c - k) h} \right] \quad (17)$$

Leđne i grudne uglove definisane u ravni P_p , koji su neophodni za potpuno definisanje geometrije reznog dela burgije dobijamo na osnovu izraza za ugao nagiba sečiva:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tan \lambda_s = \tan \gamma_p \cdot \sin \kappa_r - \cos \kappa_r \cdot \operatorname{tg} \gamma_f \\ \tan \lambda_s = -\sin \kappa_r \cdot \operatorname{tg} \phi \end{array} \right\} \Rightarrow \operatorname{tg} \gamma_p = \frac{\operatorname{tg} \gamma_f}{\operatorname{tg} \kappa_r} - \operatorname{tg} \phi; \quad \operatorname{ctg} \alpha_p = \frac{\operatorname{tg} \alpha_f}{\operatorname{tg} \kappa_r} - \operatorname{tg} \phi \quad (18)$$

Da bi analiza geometrije reznog dela zavojne burgije bila kompletna potrebno je karakteristične uglove predstaviti i u kinematičkom koordinatnom sistemu burgije. Uglovi u kinematičkom koordinatnom sistemu burgije se dobijaju na osnovu korekcije statičke geometrije burgije za ugao koji odgovara brzini pomoćnog kretanja u toku rezanja. Ugao korekcije se definiše na sledeći način:

$$\tan \eta = \frac{s}{\pi \cdot D \cdot \rho} \left(\frac{k}{\cos \delta_c} < \rho < 1 \right) \quad (19)$$

Prema tome, kinematički grudni i leđni ugao se dobijaju na osnovu sledećeg izraza:

$$\begin{aligned} \gamma_{fe} &= \gamma_f + \eta \\ \alpha_{fe} &= \alpha_f - \eta \end{aligned} \quad (20)$$

Zamenom izraza za $\kappa_r, \gamma_p, \alpha_p, \gamma_f, \alpha_f$ i η u izraze koji su izvedeni na osnovu [4] je moguće odrediti statičke i kinematičke uglove zavojne burgije za sve prethodno definisanim koordinatne ravni.

Na slici 3. je prikazan dijagram promene geometrije reznog dela duž glavnog sečiva za zavojnu burgiju $D=30\text{mm}$ i $D=5\text{mm}$ u funkciji vektora položaja posmatrane tačke i brzine pomoćnog kretanja. Analiza pokazuje (slika 3a.) da se grudni ugao γ_f burgije prečnika $D=30\text{mm}$ menja od vrednosti ugla zavojnice na spoljašnjem prečniku (nazivni ugao zavojnice zavojne burgije), koja iznosi u našem primeru 40° , do nule na preseku glavnog i pomoćnog sečiva, a leđni ugao α_f od 30° na spoljašnjem prečniku, do 17° na preseku glavnog i pomoćnog sečiva. Prema tome, promena grudnog ugla zavojne burgije γ_f prečnika $D=30\text{mm}$ duž glavnog sečiva iznosi 40° , a leđnog ugla α_f 13° , što su vrednosti koje se ne mogu zanemariti u analizi procesa brušenja, s obzirom na činenicu da promena leđnog i grudnog ugla ima veliki uticaj na karakteristiku procesa rezanja. Na osnovu slike 3c i 3d, na kojoj je prikazana promena leđnog i grudnog ugla, odnosno razlika statičkih i kinematičkih uglova, u funkciji brzine pomoćnog kretanja za zavojnu burgiju $D=30\text{mm}$ se dolazi do zaključka da brzina pomoćnog kretanja nema praktično velikog uticaja na geometriju reznog dela zavojne burgije u procesu rezanja, jer u našem primeru ta promena iznosi svega 1.65° .

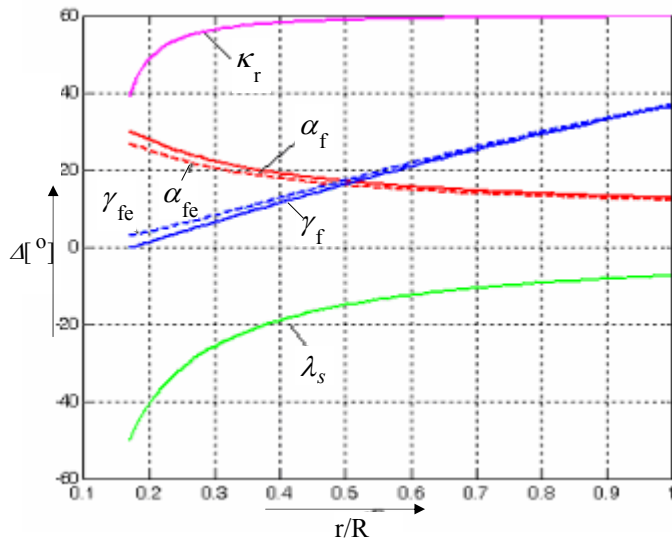
3. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvedene analize geometrije zavojne burgije se može zaključiti da se promena grudnog γ_f i leđnog α_f ugla reznog dela zavojne burgije duž glavnog sečiva ne može zanemariti u izučavanju procesa brušenja, zbog velikog uticaja promene veličine ovih uglova na karakteristiku procesa rezanja. Analiza je takođe pokazala da se uticaj promene brzine pomoćnog kretanja u preporučenom intervalu za posmatranu zavojnu burgiju na vrednost karakterističnih uglova u procesu rezanja praktično može zanemariti. Prema tome, promena geometrije reznog dela zavojne burgije uz promenu i brzine rezanja duž glavnog sečiva svrstava zavojnu burgiju u grupu alata čija je analiza veoma složena.

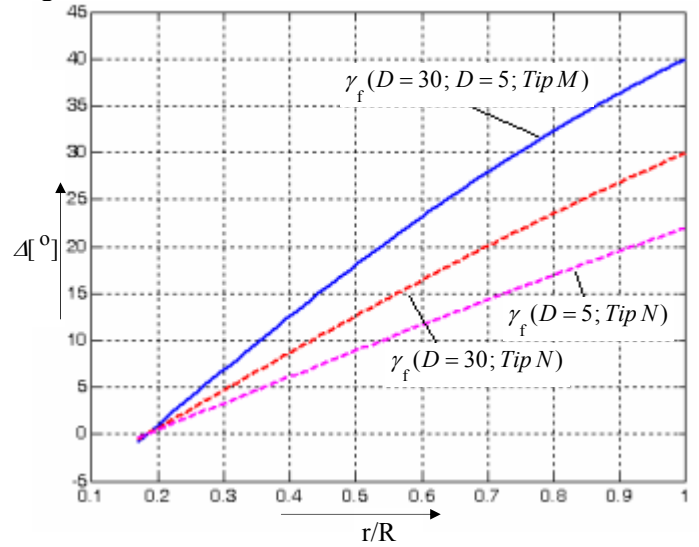
4. LITERATURA

- [1] Lin, C., Kang, S. K., Ehman, K. F., "Helical Micro-Drill Point Design and Grinding", ASME, Vol.117, August 1995
- [2] Kalajdžić, M. "Tehnologija mašingradnje", Mašinski fakultet, Beograd, 2002.
- [3] Kalajdžić, M. "Analitičko određivanje odstupanja glavnog sečiva zavojne burgije od prave linije u zavisnosti od oblika glodala i kinematskih grešaka", I Savetovanje proizvodnog mašinstva, Beograd, 1965.

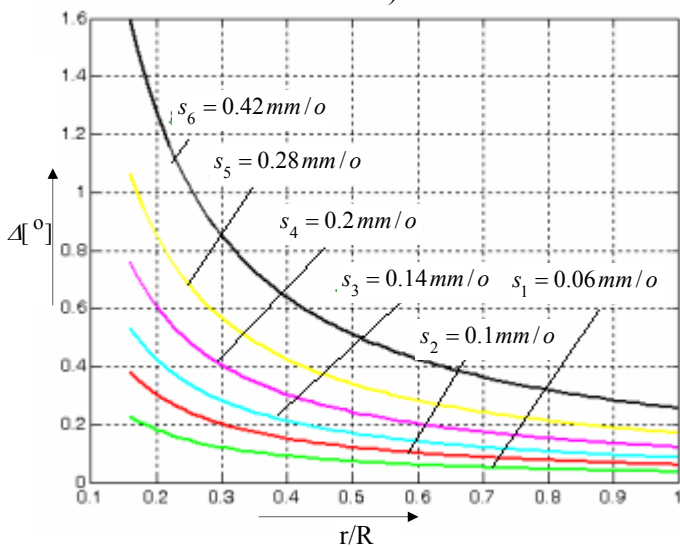
[4] Watson, A., R., Williams, R., A., "Specification of the Cutting Geometry of Drill Using the ISO System", International Journal of Machine Tool Design and Research, Vol.17, 1977.



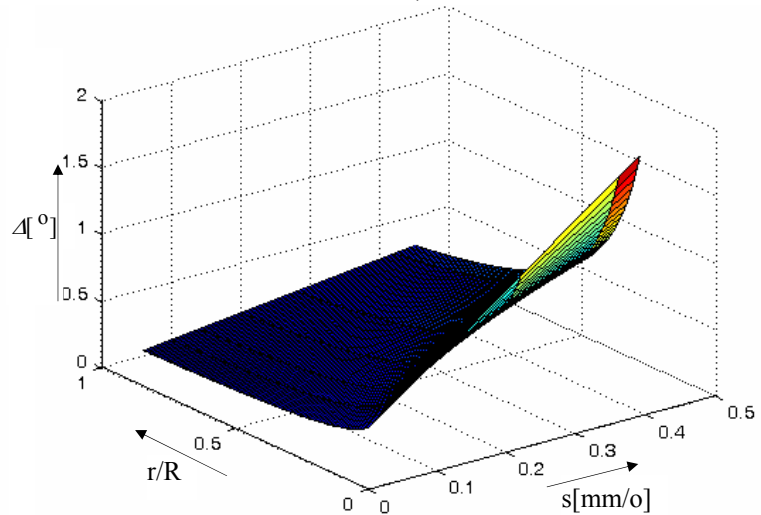
a)



b)



c)



d)

Slika 3. Promena karakterističnih uglova reznog dela zavojne burgije duž glavnog sečiva posmatrano u statičkom i kinematičkom koordinatnom sistemu zavojne burgije. a) promena uglova $\alpha_f, \gamma_f, \lambda_s$ i κ_r , b) promena grudnog ugla za burgije prečnika $D_1=30\text{mm}$ i $D_2=5\text{mm}$ (Tip N – ugao zavojnice $22^\circ\text{-}30^\circ$; Tip M – ugao zavojnice 40° (meki materijali), c) promena leđnog i grudnog ugla zavojne burgije $D=30\text{mm}$ u funkciji brzine pomoćnog kretanja, d) promena leđnog i grudnog ugla u funkciji prečnika zavojne burgije i brzine pomoćnog kretanja

GEOMETRY ANALYSIS OF TWIST DRILL ALONG THE CUTTING EDGE

Abstract: This paper concerns the analysis of the change of cutting angles of conical twist drill along the cutting edge. In order to effectively analyse the rake and relief angles along the cutting edge using the computer, general mathematical model for flute and flank surface is defined. Analysis of the geometry of the conical twist drill was performed using the foundations of vector algebra.

31. JUPITER KONFERENCIJA
31st JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



33. simpozijum

UPRAVLJANJE PROIZVODNOM U
INDUSTRIJI PRERADE METALA

Zlatibor, april 2005.

UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM U INDUSTRIJI
PRERADE METALA
PRODUCTION CONTROL IN METALWORKING INDUSTRY

Banković, M., Gladović, P., Manojlović, V. PULL-UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM I ZALIHAMA	4.21
Đurić, S., Đorđević, L., Popović, V. ORGANIZACIJA PROIZVODNJE ZAVARENIH SKLOPOVA U MALIM PREDUZEĆIMA	4.12
Lukić, D., Todić, V., Stević, M., Milošević, M. BAZA ZNANJA I BAZA PODATAKA ZA STANDARDNE TEHNOLOŠKE PROCESSE U SPECIJALIZOVANOM CAD/CAPP/CAM SISTEMU	4.1
Milanović, D., Zoćević, V., Ilić, A. PRIMENA HIBRIDNOG SISTEMA U ODRŽAVANJU	4.25
Misita, M., Stanojević, P., Mišković, V., Bukvić, V. ANALYSIS OF SPARE PARTS SUPPLY ON MAINTENANCE SYSTEM ORGANIZATION	4.8
Veljić, M., Živković, D. PRILOG ODREĐIVANJU EKONOMIČNOSTI TRESAČA VOĆA	4.33
Vučković, D., Pilipović, M. FUNKCIONALNO MODELIRANJA VIRTUALNE PROIZVODNJE U PROIZVODNJI CILINDARSKIH	4.29
Žižović, M., Milić, V. LOGIČKI OKVIRI PROJEKTA	4.5
ЧОНКИЋ, П. ЈЕДАН МЕТОД УТВРЂИВАЊА ОРИГИНАЛНОСТИ НОВИНЕ	4.17

[← NAZAD](#)



Lukić, D.; Todić, V.; Stević, M.; Milošević, M.*

BAZA ZNANJA I BAZA PODATAKA ZA STANDARDNE TEHNOLOŠKE PROCESU U SPECIJALIZOVANOM CAD/CAPP/CAM SISTEMU

Rezime

Sve veći zahtevi za visokom fleksibilnošću celokupnog procesa proizvodnje nameću potrebu za proizvodnim sistemima koji poseduju visok stepen automatizacije svih aktivnosti u okviru proizvodnog procesa, počevši od projektovanja pa do finalne izrade proizvoda. Unapređenje i racionalizacija sistema tehničke pripreme, kao jednog od najvažnijih segmenata proizvodnog sistema, uspešno se realizuje razvojem CAD/CAPP/CAM sistema za proizvode iz programa proizvodnje.

U okviru razvoja CAD/CAPP/CAM sistema, velika pažnja se poklanja sistemu projektovanja tehnoloških procesa izrade proizvoda. Efikasnost ovog sistema u velikoj meri zavisi od kvaliteta odgovarajuće baze znanja i baze podataka. U radu se prikazuje primena baze znanja i baze podataka za standardne tehnološke procese u specijalizovanom CAD/CAPP/CAM sistemu za pojedine delove klipno-cilindarskog sklopa iz programa proizvodnje jednog proizvodnog sistema.

1.0 Uvod

Povećanje nivoa fleksibilnosti, pouzdanosti, mobilnosti i automatizacije inženjerskih i proizvodnih aktivnosti unutar proizvodnog sistema je prirodan odgovor na sve strožije zahteve koje diktira tržišno orijentisana proizvodnja.

Unapređenje i racionalizacija sistema tehničke pripreme, kao jedne od najbitnijih funkcija u proizvodnom sistemu, uspešno se realizuje primenom CAD/CAPP/CAM sistema, čime se automatizuje najveći deo aktivnosti, počevši od projektovanja pa sve do izrade proizvoda. Etape projektovanja proizvoda i tehnoloških procesa predstavljaju ključne zadatke u sistemu tehničke pripreme, koje su veoma često i usko grlo u posmatranom sistemu. Zbog toga se poklanja velika pažnja automatizaciji ovih aktivnosti. Efikasnost sistema projektovanja tehnoloških procesa izrade proizvoda u velikoj meri zavisi od kvaliteta baze znanja i baze podataka. Svojom strukturom, informacionim sadržajem i organizacijom tehnološka baza podataka i baza znanja, uz primenu CAD/CAPP/CAM programskih sistema, omogućuje efikasno projektovanje tehnoloških procesa izrade proizvoda.

U radu se prikazuje baza znanja i baza podataka za standardne tehnološke procese u specijalizovanom CAD/CAPP/CAM sistemu za pojedine delove klipno-cilindarskog sklopa motora SUS iz programa proizvodnje jednog proizvodnog sistema.

2.0 Model specijalizovanog CAD/CAPP/CAM programskog sistema

Osnovna algoritamska struktura specijalizovanog CAD/CAPP/CAM programskog sistema sastoji se od tri modula [1, 3]:

- Modeliranje delova i priprema,
- Simulacija procesa livenja, i
- Projektovanje tehnoloških procesa izrade proizvoda, odnosno delova.

* prof. dr Velimir Todić, IPM, Fakultet tehničkih nauka, V. Perića Valtera 2 21000 N.Sad, e-mail: todvel@uns.ns.ac.yu
dr Stević Miodrag, IPM, Fakultet tehničkih nauka, V. Perića Valtera 2 21000 N.Sad, e-mail: miodrags@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

Na osnovu ove algoritamske strukture, razvijen je specijalizovani CAD/CAPP/CAM sistem za tri grupe proizvoda, odnosno za cilindarske košuljice, rebraste cilindre i klipove, kao ključne proizvode posmatranog proizvodnog sistema. Za razvoj ovog CAD/CAPP/CAM sistema korišćeni su programski sistemi PRO/E, Auto CAD, MS Access podržan sa VBA, Excel i Magma soft.

Analizom proizvodnog procesa, odnosno konstrukcije proizvoda i tehnoloških procesa izrade u posmatranom proizvodnom sistemu došlo se do zaključka da će ovaj CAD/CAPP/CAM sistem biti razvijen na osnovama individualnih i tipskih tehnoloških procesa. U posmatranom slučaju cilindarske košuljice spadaju u grupu proizvoda čiji se tehnološki procesi izrade baziraju na tipskoj tehnologiji, a rebrasti cilindri i klipovi na individualnim tehnoloških procesima izrade, koji će se posebno razmatrati u ovom radu.

3.0 Razvoj baze znanja i baze podataka za individualne tehnološke procese

Razvoj kvalitetne baze znanja i baze podataka igra presudnu ulogu u racionalizaciji u unapređenju sistema automatizovanog projektovanja tehnoloških procesa. Pri tome treba napomenuti da se najveći deo baze podataka koristi i za druge funkcije proizvodnog sistema, kao što su planiranje i upravljanje proizvodnjom, što podiže značaj njenog razvoja.

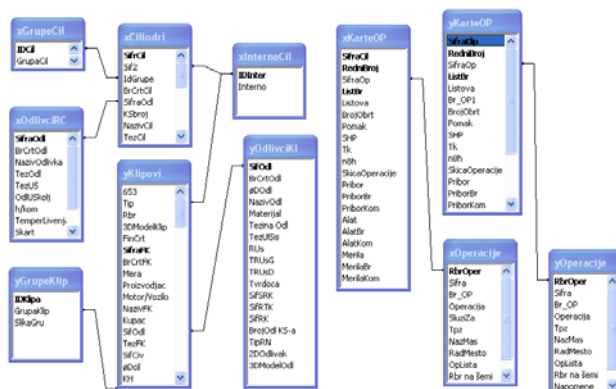
Pošto se u posmatranom slučaju radi o individualnim tehnološkim procesima izrade rebrastih cilindara i klipova, bilo je potrebno izvršiti analizu postojećih tehnoloških procesa i operacija obrade, na bazi koje se formira baza znanja u CAD/CAPP modulu posmatranog sistema. Izvršena je sistematizacija i racionalizacija tehnoloških procesa a u okviru njih operacija obrade, mašina, alata, pribora i merila. Baza znanja koja se koristi u okviru ovog sistema sastoji se iz produkcionih pravila potrebnih za projektovanje tehnoloških procesa.

Na slici 1. prikazan je deo razvijene baze znanja za individualne tehnološke procese izrade pomenutih proizvoda, gde se na bazi broja operacije i njenog naziva, tačno definiše obradni sistem na kome se ona realizuje, pripremno-završno vreme date operacije, kao i prateće instrukcione liste. Ova baza znanja omogućuje da se u razvijenom CAD/CAPP/CAM sistemu obezbedi preciziranje sadržaja tehnološkog procesa izrade za određeni rebrasti cilindar ili klip, u uslovima serijske proizvodnje posmatranog proizvodnog sistema.

U okviru specijalizovanog CAD/CAPP/CAM sistema razvijene su odgovarajuće baze podataka kao što su baza podataka CAD crteža i modela proizvoda i pripremaka, baza podataka za individualne tehnološke procese izrade, kao i baza podataka za mašine, alate, pribore i merila. Za razvoj i upravljanje bazom podataka primenjen je MS Access, kao jedan od najrasprostranjenijih programskih sistema za razvoj u upravljanje relacionim bazama podataka, uz korišćenje VBA za rešavanje određenih zadataka. Na slici 2 je prikazan deo strukture odgovarajuće baze podataka, kao i deo relacija između konstrukcionih i tehnoloških karakteristika potrebnih za formiranje odgovarajuće baze podataka.

RbrOP	Br_OP	Operacija	NazMas	Sifra	RadMesto	Tip	OpLista
25	L100	Brušenje	Slab. brus.	321722	60	Ti 7.902	
26	L90A	Paskiranje	Vk-2	321722	60	Ti 7.902	
27	L100A	Brušenje kanala	Slab. brus.	322812	30	Ti 7.903	
28	L100A	Brušenje kanala	Slab. brus.	322813	30	Ti 7.903	
29	L115	Prosecanje između rebra	Trmica	322913	30	Ti 7.903	
30	L115	Prosecanje između rebra	Trmica	323013	30	Ti 7.903	
31	L115	Prosecanje između rebra	Trmica	323113	30	Ti 7.903	
32	L120	Zarenje	Plot. Zar. ped.		60	Ti 7.401	
33	M10	FARBANJE			60	Ti 7.905	
34	M090	STRUGANJE - spoja na predmetu	VDF 180C	357009	120		
35	M090	STRUGANJE - spoja na predmetu	SP 16CNC	356909	120		
36	M090	STRUGANJE - spoja na predmetu	VDF 180C	357209	120		
37	M090	STRUGANJE - ramanje grubo	SP 16CNC	356909	120		
38	M090	STRUGANJE - ramanje čela, spoja grubo	VDF	357209	120		
39	M00	STRUGANJE - spoja na metu	VDF 180C	357009	120		
40	M05	STRUGANJE - gta i sistem časn površine	16 K 20	354307	60		
41	M30	STRUGANJE - otvora na predmetu	16 K 20	354307	60		
42	M30	STRUGANJE - otvora grubo	PA-900R	354308	60		
43	M30	STRUGANJE - otvora na predmetu	PA-900R	354308	60		
44	M30	STRUGANJE - otvora grubo	16 K 20	354307	60		
45	M35	STRUGANJE - čela na metu	16 K20	357007	60		
46	M40	STRUGANJE - gta na metu	SP 16CNC	356909	120		
47	M36/40	STRUGANJE - čela i gta na metu	SP 16CNC	356909	120		
48	M30/40	STRUGANJE - otvora na predmetu	16 K 20	354307	120		
49	M60	STRUGANJE - otvora na predmetu	16 K 20	354107	60		
50	M60	STRUGANJE - otvora na predmetu	16 K 20	354207	60		
51	M60	STRUGANJE - otvora na metu	16 K 20	354207	60		
52	M60	STRUGANJE - otvora na metu	16 K 20	354107	60		

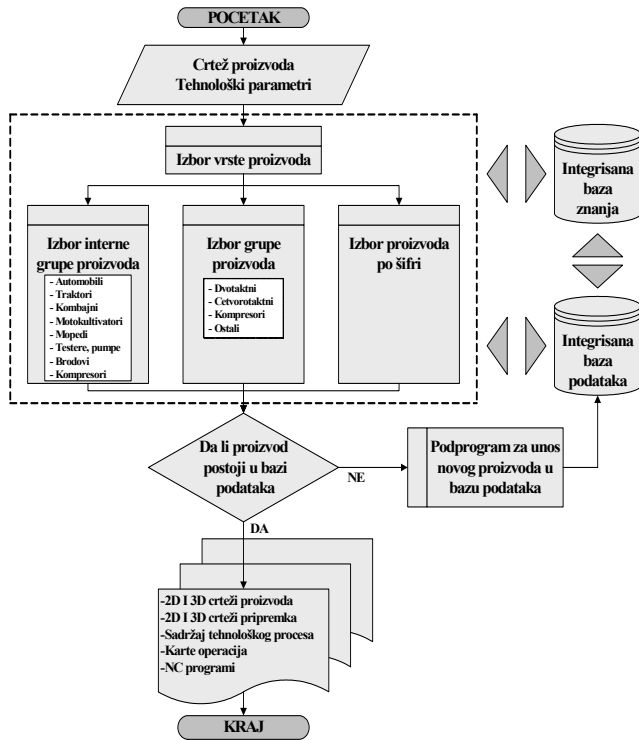
Slika 1. Izvod iz baze znanja za individualne tehnološke procese rebrastih cilindara



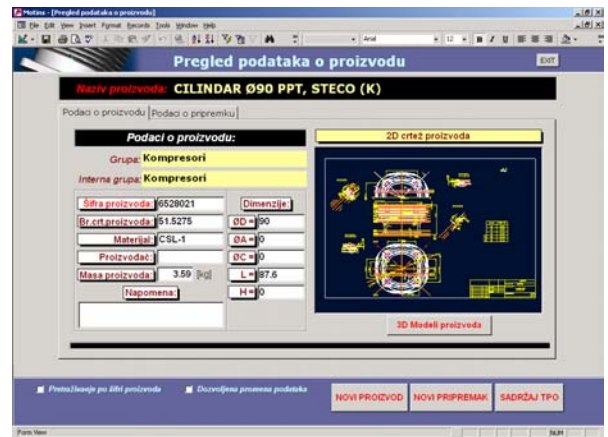
Slika 2. Prikaz relacija u bazi podataka za rebraste cilindre

4.0 Izbor i preciziranje individualnih tehnoloških procesa

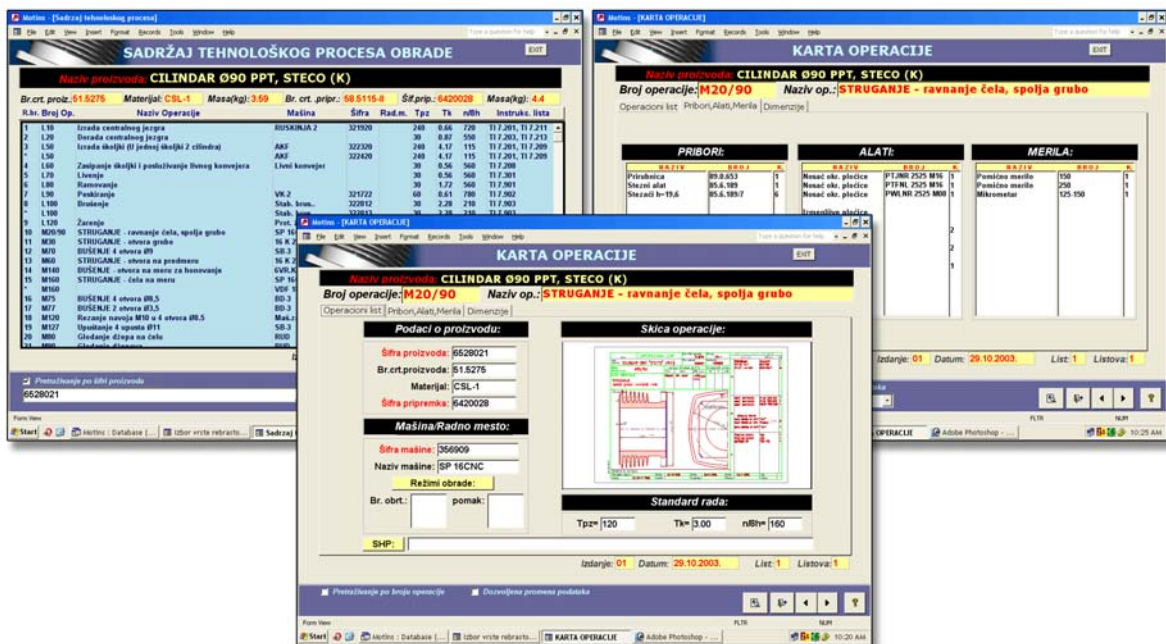
Izbor standardnih, odnosno individualnih tehnoloških procesa u specijalizovanom CAD/CAPP/CAM rešenju, započinje izborom odgovarajućeg proizvoda u skladu sa algoritmom na slici 3, odnosno prema slici 4. Ovo programsko rešenje omogućuje automatizovano preciziranje sadržaja tehnološkog procesa izrade za određeni rebrasti cilindar ili klip, kao i interaktivno preciziranje karti operacija izrade (slika 5).



Slika 3. Osnovni tok izbora individualnih tehnoloških procesa i proizvoda



Slika 4. Podaci o konkretnom proizvodu i pripremu sa 2D crtežom i 3D modelom



Slika 5. Sadržaj tehnološkog procesa izrade, precizirana karta operacije i forma sa preciziranim priborima, alatima i merilima za posmatranu operaciju izrade određenog rebrastog cilindra

U programsko rešenje je ugrađena opcija mogućnosti štampanja sadržaja tehnološkog procesa i odgovarajućih karti operacija. Za prikaz i preciziranje karti operacija u CAPP modulu primenjen je AutoCAD kao sekundarni CAD sistem.

Kao podrška sistemu projektovanja tehnoloških procesa u ovom programskom rešenju razvijena je baza podataka za pribore, alate i merila, koja omogućuje preciziranje operacija na interaktivnom principu.

Razvijena baza podataka za proizvode i odgovarajuće pripreme u okviru ovog programskog rešenja omogućuje automatski izbor određenih proizvoda i priprema sa 3D modelima i 2D crtežima kao i štampanje u vidu tehničke dokumentacije (slika 4).

3D modeli priprema se koriste za modeliranje alata za livenje kao i za simulaciju procesa livenja u drugom modulu CAD/CAPP/CAM sistema. 3D model priprema i proizvoda čine deo ulaza u NC modul za izradu upravljačkih programa za operacije obrade koje se realizuju na NC AFTS.

5.0 Zaključak

Za sigurnu egzistenciju proizvodnog sistema na tržištu mora se obezbediti visok stepen automatizacije svih aktivnosti unutar sistema, pa samim tim i sistema tehničke pripreme. Specijalizovani CAD/CAPP/CAM sistem, kao racionalno rešenje u određenim proizvodnim uslovima, obezbeđuje značajno unapređenje efikasnosti rada tehničke pripreme proizvodnje.

Razvijena baza znanja i baza podataka za individualne tehnološke procese izrade određenih proizvoda čini osnovu za kvalitetnu primenu specijalizovanog CAD/CAPP/CAM sistema, kao i značajan deo informacionog sistema za upravljanje proizvodnjom. Razvoj predstavljenog CAD/CAPP/CAM sistema podrazumeva primenu niza savremenih programskih alata u svim fazama razvoja i primene sistema.

6.0 Literatura

- [1] Milošević, M., Todić, V., Lukić, D.: *Razvoj CAD/CAPP/CAM programskog sistema za neke delove motora SUS*, 6. Međunarodno savetovanje o dostignućima elektro i mašinske industrije - DEMI, Banja Luka, 2003.
- [2] Todić, V., Hodolić, J., Milošević, M., Lukić, D.: *Approach to the Development of the CAD/CAPP/CAM Program System for Some Elements of Engine*, Manufacturing engineering, Vol. 3, Bratislava, Slovakia, 2004.
- [3] Todić, V., Milošević, M., Lukić, D.: *Model of CAD/CAPP/CAM programme solution for certain parts of piston-cylinder assemblies of IC engine*, Machine Engineering, Intelligent machines and factories, Vol.5 No1-2, Wroclaw, Poland, 2005.
- [4] Teti, R., Kumara, S.R.T.: *Intelligent Computing Methods for Manufacturing Systems*, Annals of CIRP, Vol.46/2, 1997.

KNOWLEDGE BASE AND DATA BASE FOR STANDARD PROCESS PLANNING IN THE SPECIAL CAD/CAPP/CAM SYSTEM

Abstract

The ever growing demands for high flexibility of the entire production process, necessitate production systems with high level of automation of all activities within the production process, from design to final production. Improvement and rationalization of the system for technical preparation, as one of the most important parts of the production system, can be successfully realized with the development of a CAD/CAPP/CAM system for the particular product line.

In the frame development of CAD/CAPP/CAM system significant attention is focused on the process planning system for products manufacturing. Efficiency of this system significantly depends of corresponding knowledge base and data base quality. This paper reviews implementatation of knowledge base and data base for standard process planing in the special CAD/CAPP/CAM system for some part of the piston-cylinder assembly from the production line of one production system.



M. Žižović¹
V. Milić²

LOGIČKI OKVIRI PROJEKTA

Rezime

U radu je dat predlog novog načina korišćenja logičkog okvira projekta i matrice logike projekta, na osnovu koga je moguće bolje sagledavanje mogućnosti realizacije projekta.

1.0 UVOD

Logički okvir projekta kao koncept u planiranju rada na projektu je razvijen tokom sedamdesetih godina prošlog veka. Ovaj metod sadrži prikaz rezultata analize na takav način da je moguće odrediti ciljeve projekta na sistematičan i logičan način. On bi trebalo da omogući proveru da li su ti ciljevi postignuti i da se utvrdi koje pretpostavke koje su van kontrole projekta, mogu da utiču na njegov uspeh.

Glavni rezultati procesa se rezimiraju u matrici koja prikazuje najznačajnije aspekte projekta u logičkom formatu (logički okvir).

Logički okvir i format osnovnog dokumenta su blisko povezani, kada su u pitanju naslov paragrafa o ukupnim ciljevima, svrha projekta, rezultati, aktivnosti sredstva, troškovi, pretpostavke i indikatori. Kritička analiza faktora održivosti omogućava podešavanja svrhe projekta, rezultata, aktivnosti i indikatora.

Logički okvir je, pored analize i izrade projekta posebno značajan za realizaciju projekta, kao i za njegovu evaluaciju.

Najčešće logički okvir postaje alat za stvaranje dinamike realizacije i može se menjati u svakoj fazi ciklusa realizacije projekta.

Logički okvir projekta pretpostavlja da su pretpostavke za ostvarenje istog konstantne u toku celokupne aktivnosti izrade projekta.

2.0 MATRICA LOGIKE PROJEKTA

Matrica logike projekta je način prikazivanja srži projekta u sveobuhvatnom i svima razumljivom obliku. Matrica logike projekta često sasvim grubo opisuje koje aktivnosti treba da se preduzmu. Pošto se matrica popuni, obično u fazi izrade projekta, može doći i do daljeg planiranja, da bi se u plan dodali operativni detalji.

Plan aktivnosti je metod za prikazivanje aktivnosti projekta, koji identifikuje njihov logički sled i sve zavisnosti koje postoje među njima, i obezbeđuje osnovu za dodeljivanje odgovornosti rukovođenja u cilju završavanja svake aktivnosti.

Logički okvir je veoma primenljiv za pripremu i realizaciju projekta, za bolje strukturiranje i formulaciju ideja. Ukoliko je strategija pogrešno postavljena, logički okvir otkriva kontradikcije.

Logički okvir je samo alat za poboljšanje planiranja i realizacije projekta. Međutim, alat ne može sam da garantuje uspešne rezultate. Mnogi drugi faktori će takođe da utiču na uspeh projekta, poput orgaizacione sposobnosti tima ili organizacije koji su zaduženi za realizaciju.

¹ Dr Mališa Žižović, red. prof., Tehnički fakultet Čačak, ul. Svetog Save 48, 32000 Čačak, 032/302-738, zizo@tfc.kg.ac.yu

² Vesna Milić, stručni saradnik, Tehnički fakultet Čačak, ul. Svetog Save, 48, 32000 Čačak, vesnam@tfc.kg.ac.yu

	Logika intervencije	Pokazatelji koji mogu da se objektivno potvrde	Izvori verifikacije	Pretpostavke
Opšti ciljevi				
Svrha projekta				
Rezultati				
Aktivnosti		Sredstva	Troškovi	
				Preduslovi

Slika 1 Matrica logike projekta

Svaki logički okvir treba da bude plod detaljne analize i zajedničkog procesa planiranja čiji kvalitet zavisi od više faktora, u koje spadaju:

- raspoložive informacije,
- sposobnost tima planera,
- dobro konsultovanje zainteresovanih faktora, kojim se obezbeđuje uravnotežena zastupljenost raznih interesa.

Logički okvir se može sagledati i kao dinamička alatka, koja mora da se ponovo procenjuje, kontroliše i menja tokom odvijanja samog projekta i u skladu sa promenama okolnosti tokom realizacije.

Projektni ciklus obuhvata šest faza: Identifikaciju, Pripremu/Procenu, Finansiranje, Realizaciju, Evaluaciju/Ocenjivanje i Izradu programa.

Izrada logičkog okvira ima dve faze, koje se sprovode progresivno tokom faza Identifikacije i Pripreme projekta, unutar projektnog ciklusa:

1. Faza analize i
2. Faza planiranja.

Tokom prve faze, faze analize se analizira postojeća situacija, da bi se stvorila vizija onog što se želi postići projektom i da bi se izabrala strategija za njeno realizovanje. Ključna ideja je da su projekti projektovani da se bave problemima sa kojima se suočavaju ciljne grupe.

Faza planiranja je faza u kojoj se ideja projekta dalje razrađuje u praktičan, operativni plan, spreman za realizaciju. U toj fazi se radi nacrt logičkog okvira, definišu se i planiraju aktivnosti i resursi.

Svi pojedinci, grupe ljudi, institucije ili preduzeća koji mogu imati neki odnos sa projektom definišu se kao zainteresovane strane. Da bi se maksimizirale socijalne i institucionalne koristi projekta i minimizirali njegovi negativni uticaji, analiza zainteresovanih strana identifikuje sve koji će verovatno biti pogođeni projektom (pozitivno ili negativno). Posebno je značajno je da se analiza zainteresovanih strana odigra u ranoj fazi, u fazi identifikacije i pripreme projekta.

U najboljem slučaju, projekat treba da bude pripremljen na jednoj radionici za planiranje, na kojoj bi učestvovali predstavnici glavnih zainteresovanih strana. Kada se logički okvir ponovo razmatraju tokom veka projekta, treba revidirati početnu analizu zainteresovanih strana.

Način na koji se projekti planiraju i realizuju prati redosled koji počinje usaglašenom strategijom, koja vodi ka ideji za preciznu akciju, orijentisanu ka postizanju grupe ciljeva, koji se zatim formulišu, sprovode i ocenjuju sa aspekta unapređenja strategije i buduće akcije. Projektni ciklus daje strukturu koja omogućava da zainteresovane strane budu konsultovane i da relevantne informacije budu dostupne, tako da se u ključnim studijama projekta mogu donositi dobre odluke, zasnovane na informisanosti.

Upravljanje projektnim ciklusom se odnosi na procese donošenja odluka i realizacije. Metodologija primenjena za planiranje, upravljanje i procese ocenjivanja je Matrica Logike projekta. Upravljanje projektnim ciklusom pomaže da se obezbedi podrška zainteresovanih strana odlukama i da se odluke zasnivaju na relevantnim i dovoljnim informacijama.

Upravljanje projektnim ciklusom definiše različite faze u životu projekta sa dobro definisanim upravljačkim aktivnostima i procedurama.

Matrica logike projekta - metodologija za planiranje i ocenjivanje programa i projekata, koristi oruđa da uveća učešće i transparentnost i da uveća orijentaciju ka ciljevima.

Upravljanje projektnim ciklusom:

1. koristi Matricu Logike da bi se analizirao problem, razradila i uspešno sprovela odgovarajuća rešenja,
2. zahteva izradu ključnih dokumenata dobrog kvaliteta u svakoj fazi da bi se obezbedilo strukturirano i dobro informisano donošenje odluka,
3. zahteva konsultacije i uključivanje ključnih zainteresovanih strana u najvećoj mogućoj meri,

4. stavlja naglasak na jasne formulacije i koncentriše se na Cilj Projekta, u smislu održivih koristi nameravane ciljne grupe,
5. od početka uključuje ključne aspekte kvaliteta u izradu projekta.

3.0 RAZLIČITE PRETPOSTAVKE ZA PROJEKAT – RAZLIČITI LOGIČKI OKVIRI

Naš predlog je da se uoče moguće različite pretpostavke za realizaciju projekta \prod_1, \dots, \prod_k i procene njihove verovatnoće,

$$p(\prod_1) = p_1, \dots, p(\prod_k) = p_k, \quad (\sum p_k = 1),$$

a zatim da se za svaku razlučitu pretpostavku izradi logički okvir i matrica logike projekta po svim fazama.

Navedimo neke od dodatnih mogućih prednosti ovakvog pristupa:

Može simulirati računarski realizacija projekta u različitim uslovima.

Tehnikama stabla odlučivanja može se odrediti najoptimalniji način realizacije projekta, a isto tako se može odrediti eventualno vreme i uslovi odustajanja od projekta i rada na projektu.

Isto tako na ovaj način koristeći matrice logike može se u zavisnosti od promene pretpostavki pratiti rešavanje problema u više situacija i bez iznenađenja se dobijaju rešenja koje su više ili manje zadovoljavajuća i očekivana.

Donošenje odluka je lakše jer postoje više izrađenih dokumenata za svaku fazu u uslovima različitih pretpostavki.

Ciljne grupe imaju transparentniji i jasniji uvid u pogledu ciljeva projekata u uslovima različitih pretpostavki.

Kako se promene pretpostavki mogu shvatiti i kao rizici u upravljanju projekata – ovo je način da se isti svedu na najmanju moguću meru.

ZAKLJUČAK

Ovaj modifikovani način korišćenja logičkog okvira u upravljanju projektima može se koristiti u uslovima različitih pretpostavki i naročito je koristan tamo gde su ostvarenja različitih pretpostavki realna i verovatna.

LITERATURA

- [1] Upravljanje projektnim ciklusom, priručnik, mart 2001., Evropska komisija - Kancelarija za saradnju EuropeAid
 [2] www.yu-build.co.yu

Abstract

In this paper is propose new approach using of logical border project and logical matrix of project with letter view in possibilities of realisation of project.

ANALYSIS OF SPARE PARTS SUPPLY ON MAINTENANCE SYSTEM ORGANIZATION

Mirjana Misita¹, Petar Stanojević², Vasilije Mišković³, Vladimir Bukvić³

¹Faculty of Mechanical Engineering University of Belgrade, Kraljice Marije 16, mmisita@mas.bg.ac.yu

²Petroleum Industry of Serbia, Corporate Development Director, Narodnog fronta 12, Novi Sad

³Military Academy, Department of Logistics Support, Belgrade, Serbia and Montenegro

Abstract

Paper describes complex simulation model of spare parts supply in maintenance sector of one manufacturing company. The problem of spare parts in technical equipment maintenance is more or less but constantly in the centre of attention since the influence of the spare parts supply on technical equipment performance is big. At the same time, spare parts stocks make an expense anyway. On one hand, there is a tendency to increase the spare parts stocks to rise the level of the technical equipment performance and, on the other hand, there is a tendency to reduce the spare parts stocks to cut down expenses. The problem becomes more complicated in multilevel maintenance systems where maintenance work is distributed within levels (eshalons of support) and in space. The distribution includes the distribution of maintenance work between levels and different areas and it necessarily includes the distribution of spare parts within levels and areas, but the spare parts distribution does not have to follow the distribution of maintenance work. The problem of the spare part distribution within levels or according to their range and quantity is most often solved by conducting technological maintenance work on particular levels or by judging the intensity of the demand for a particular spare part taking into consideration the expense criterion. With the development and application of different methods and models for inventory control, it is strived towards the optimisation of the inventory amount mostly due to the expenses.

1. MODEL DESCRIPTION

In order to quantify the influence of the spare parts supply on technical equipment performance there has been developed a model for the spare parts supply system and maintenance system. The four-level maintenance system have been taken into consideration (Figure 1).

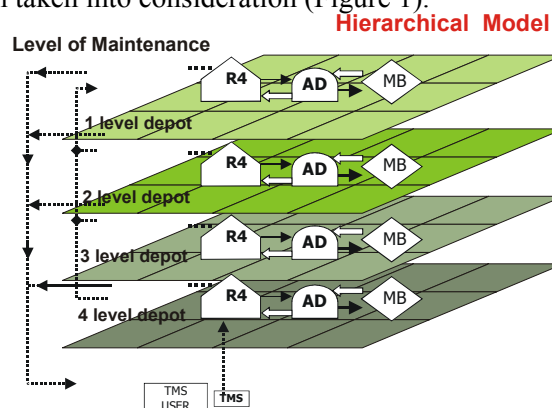


Figure 1. Simplified model structure

2. EXPERIMENT

Experiments performed on the model are organised in the way that a simulation was conducted for all possible combinations of versions:

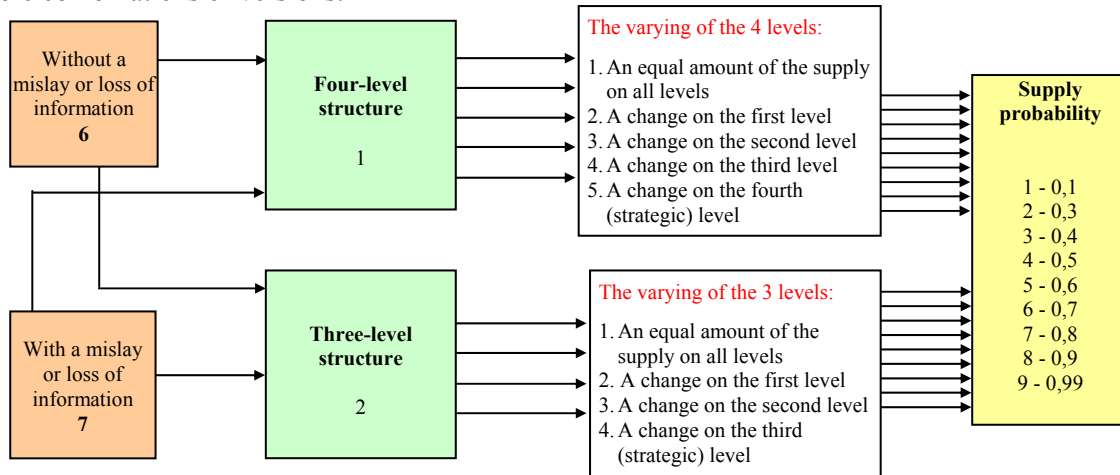


Figure 4. Plan of the experiment

Experiments performed on the model are organised in the way that a simulation was conducted for all possible combinations of versions supply varying and the supply availabilities 0,1; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 and 0,99.

The experiment is organised in the following way: Realisation of the experiment represents one simulation for the whole period of the functioning of the system during the observation time needed for one combination of versions. For the purpose of one combination of versions a number of required experiments was carried out to obtain statistically a great number of the results of the experiments and the processing of the obtained data gave mean values of the number of operable technical equipment. For instance, here is one of the versions:

Informational system: Without a mislay or loss of information (number 6)

Organisational structure: The four-level structure (number 1)

The second supply level (number 3)

Supply of the second level: the supply availability/probability 0,4 (number 3)

Experiment code 613-3

In order to obtain a statistically meaningful number of operable technical equipment, this combination requires a repetition of a sufficient number of experiments.

In order to obtain the dependence of technical equipment performance on the supply of the second level, the experiment 613 is repeated for the supply availability values 0,1 (613-1); 0,3 (613-2); 0,4 (613-3); 0,5 (613-4); 0,6 (613-5); 0,7 (613-6); 0,8 (613-7); 0,9 (613-8) i 0,99 (613-9). Other values are constant.

The cross-section of the time, in which the reliability of technical equipment is observed, is the moment when the performance of a simulation is interrupted. In the process model it is possible to choose practically any cross-section of the time (one or more time cross-sections) to be observed.

3. ANALYSIS OF THE RESULTS

Due to their volume, it is not possible to illustrate all the results of experiments even in more elaborate papers. Results consist of the observation of technical equipment performance during intensive exploitation and for a period of time after considerable reduction in exploitation. They are observed according to types of equipment, groups of equipment, maintenance units, levels, for two different informational systems and for twenty different organisational structures, for various loads of maintenance systems, in different cross-sections of the time depending on the purpose of the analysis. Here, the results will be presented for the purpose of illustration and for the model in this paper will be taken only a couple of basic conclusions.

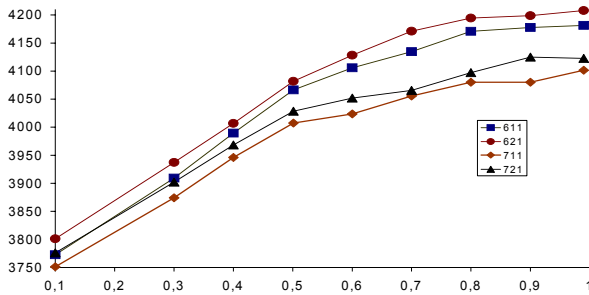


Figure 5. Influence of the spare parts supply of all the levels of the supply system on technical equipment performance

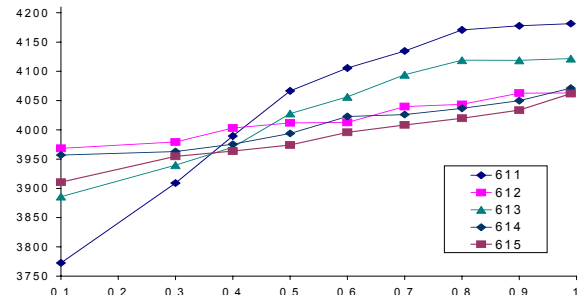


Figure 6. Influence of an individual spare parts supply level technical equipment performance in the four-level structure with a good informational system

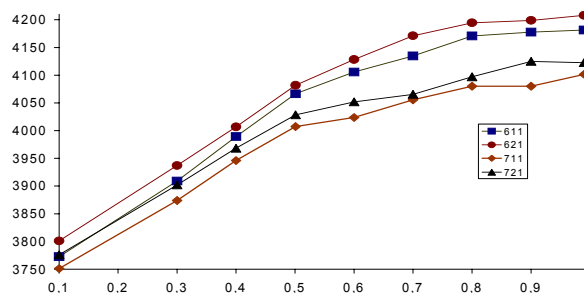


Figure 7. Influence of the spare parts supply of the second level of the supply system on technical equipment performance

The Figure 5 shows that a version where all levels have the same spare parts supply availability it should range from 0,75 to 0,85, depending on the level of technical equipment performance (number of available technical assets). This means that the supply probability of the whole system ranges from 0,9 to 0,95. It goes without saying that only those parts and structures of the equipment are taken into account whose mean time of the first failure is shorter than the time of technical equipment exploitation.

Figure 6 represent an influence of an individual spare parts supply level on technical equipment performance in four-level structure with a good informational system. The basic conclusion is that the second level has the biggest influence. This level consists of a relatively wide range of maintenance activities which last for a short period of time and are carried out at a small distance from or on the very spot where the failure occurred. This shows in advance that the influence of this level mainly depends on disposable resources and spare parts availability. Depending on the supply availability/probability of the level, the expected number of operable technical machines and devices is varied about 200 or 9%. As it also depends on the organisational structure, the expected difference is about 2,5% to the advantage of the three-level (echelons) structure.

Figure 7 represents the influence of the second supply level. It is obvious that the influence of the second level in all versions has the same form as when the overall influence is observed. This means that the three-level structure with a good informational system is the best choice. The three-level structure in both versions proves to be better than the four-level structure, whereas the informational system has a bigger influence than the organisational structure.

This paper shows only some basic conclusions with illustrations for particular concrete indicators. Due to the amount of results, the purpose of this paper is not to describe the entire analysis but merely to illustrate how such an analysis can be carried out.

4. CONCLUSION

The analysis of the influence and determining dependences are very complex processes for they include the analysis and determining the dependence of technical equipment performance on the spare parts supply under the influence of a variety of factors and on the spare parts supply of the whole supply system. It also includes the analysis of the share of the spare parts supply of the particular supply levels in the overall influence, the observation of a direct and indirect influence on technical equipment on the whole but also on technical equipment according to their type. Different types of technical equipment have various methods and different organisation of maintenance. Thus, it is important to determine the method how these dependences and influences should be quantified.

This dependence provides the use the regularity in operative management of the spare parts supply system and in the design and redesign of the spare parts supply system as well as the maintenance system. For instance, it is obvious from the above that when determining the amount of supply, the second level must have rather high spare parts supply (inventory level). As for the operative management, it is important to maintain the spare parts supply of this level as it was projected. The reason is simple - this level has the biggest influence. As for the maintenance work, the second level consists of a relatively wide range of activities of a short duration which are carried out at a small distance from the place or on the very spot where the failure occurred. The influence of this level mainly depends on disposable resources and spare parts availability. All of this enables quick restoration of technical equipment into an operational condition and use. The first level very quickly restores technical equipment into an operational condition, however, the scope of its maintenance work is limited, whereas the third and fourth level have a wide scope of maintenance work but they last for a longer period of time and logistics time is long. Thus, a direct influence of these levels is considerably smaller. However, it is necessary to point out one more time that this example refers to their direct influence and to the period of intensive exploitation. It is also important to emphasise that this procedure is applicable on other periods as well. It can be expected that the results may differ to some extent but the analysis and drawing (tendencies) conclusions are done in the same manner.

Hence, a general conclusion can be made that the method represented in this paper provides a possibility to quantify the influences and dependences, conduct required analysis and draw necessary conclusions.

5. REFERENCES

- [1.] Program package for maintenance system simulation and spare parts supply, KTOB, VTA VJ, Belgrade, 2000.
- [2.] EVANS, G.N., TOWILL, D.R., NAIM, M.M.: Business Process Re-engineering the Supply Chain, Production Planning & Control, vol. 6., No. 3., p.227-237, 1995
- [3.] BURLAT, P. , CAMPAGNE, J.P., NEUBERT, G.: Modeling Organizational Structure; a New Challenge for Simulation, EUROSIM '98, Simulation Congress, Helsinki, 1998



S. Đurić, dr LJ. Đorđević, V. Popović *

ORGANIZACIJA PROIZVODNJE ZAVARENIH SKLOPOVA U MALIM PREDUZEĆIMA

Rezime: U radu je dat opis mogućeg rešenja za uspostavljanje proizvodnje zavarenih konstrukcija u malim preduzećima. Opisano jedno od mogućih rešenja transfera tehnologije i uspostavljanje kooperativnih odnosa malih i velikih preduzeća. Na konkretnom primeru pokazano je da je moguće uspešno i kvalitetno uspostaviti i organizovati proizvodnju malog preduzeća uz potpunu tehnoekonomska opravdanost.

Ključne reči: zavareni sklop, kooperacija, malo preduzeće, kvalitet, tehnoekonomska opravdanost

1. UVOD

Savremeno tržište stalno postavlja nove zahteve i izazove u pogledu potreba za novim proizvodima. Konkurencija na svetskoj pijaci je ogromna. Traži se kvalitetan, a jeftin proizvod, čiji je vek u savremenim okolnostima sve kraći. U cilju postizanja konkurentnosti i zadovoljenja zahteva primenjuju se sva raspoloživa sredstva i naučno tehnološka dostignuća.

Istovremeno, u procesu vlasničke transformacije u zemljama u tranziciji nastaje sve veći broj malih preduzeća sa relativno kvalitetnom opremom i kadrovima koja nisu dovoljno upošljena. Jeftina radna snaga u ovim preduzećima je jedna od mogućnosti za sniženje cene proizvoda. "Velika" preduzeća sa moćnom logistikom koriste nastalu situaciju. Uspostavljaju kooperativne odnose sa "malim" preduzećima, upošljavaju ih i u toj simbiozi svi imaju koristi. Normalno, ovakav pristup traži nove metode u projektovanju proizvoda i organizaciji proizvodnje. U radu su opisane neki primeri i mogućnosti ovakvog pristupa upošljavanja malih preduzeća.

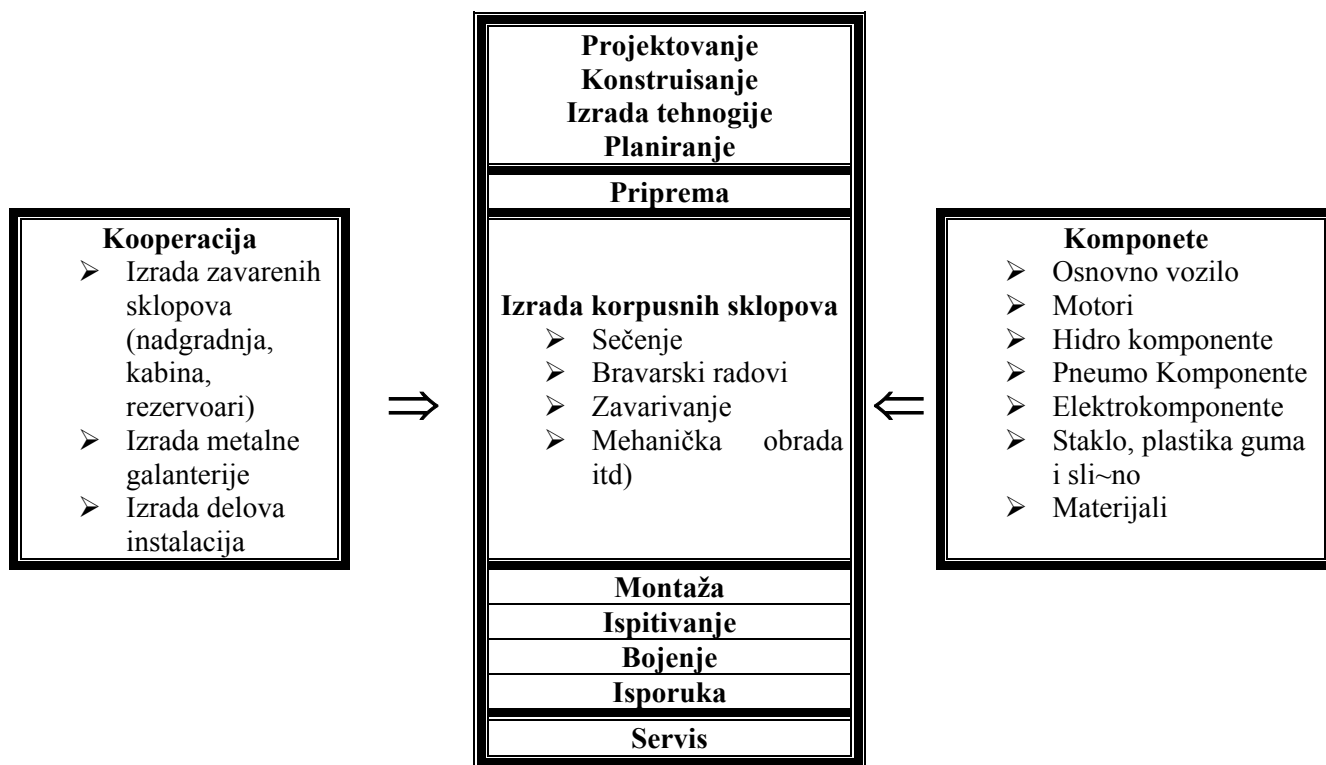
2. MODULARNO PROJEKTOVANJE

Nivo razvoja informatičkih tehnologija, dostignuti nivo standardizacije i uvođenje sistema kvaliteta u skladu sa zahtevima standarda serije ISO 9000 omogućavaju postizanje usaglašenosti karakteristika proizvoda i dostizanje željenog nivoa kvaliteta, cena i kompatibilnosti. Sve ovo omogućava da projektant "pusti mašti na da se razigra" i da u skladu sa projektnim zahtevima prema potrebama tržišta dođe do optimalnog proizvoda koji će naći svoga kupca. Taj proizvod može da se finalizira od delova i komponenti proizvedenih u različitim delovima sveta, te s razlogom na mnogim proizvodima se može pročitati "Proizveden u Evropi".

Ovakav pristup omogućava sledeće: delovi i komponente mogu se proizvoditi tamo gde su uslovi najpovoljniji (gde postoji sirovinska baza, jeftina energija i radna snaga, da se poveća serijnost koja omogućava isplatu ulaganja u alate, automate i robote) i gde se postiže optimalan odnos kvalitet, pouzdanost i cena, a da se finalizacija obavi opet gde su ulovi najpovoljniji s aspekta tržišta.

* Sava Đurić, dipl.inž.maš. Institut IMK "14.oktobar" Kruševac, Email:buba18@ptt.yu, drLjubodrag Đorđević, dipl.inž.maš, Mašinski fakultet Kraljevo, Email:djljuba@ptt.yu, Vladimir Popović, dipl.inž.maš. COD doo Kruševac, Email:cod037@ptt.yu

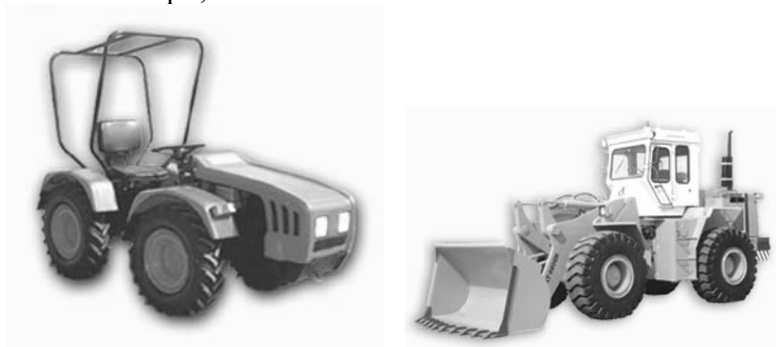
Multinacionalne kompanije stoga razvijaju centrale koje prate tržišna kretanja, definišu projektne zadatke, koje rešavaju "mozgovi" u njihovim razvojnim centrima, a proizvodnja se odvija tamo gde je ekonomski najisplativija, pri čemu se kvalitet podrazumeva. Uz pomoć "instruktora" proizvodnja se implementira veoma brzo i to uglavnom finalizacija, jer se nov proizvod sastoji od preko 90% standardnih komponenti. Jedan od mogućih modela ovakve organizacije proizvodnje prikazan je na slici 1.



Slika 1.

2.1 Primer modularnog projektovanja u poljoprivrednoj mehanizaciji

Veoma je čest primer proširenja namene standardnog proizvoda, pre svega mašine. Tako, s obzirom da veliki broj preduzeća, ali i poljoprivrednika poseduje traktore točkaše različitih proizvođača, bilo je svrsishodno da se dijapazon njihove primene proširi različitim dodatnim uređajima. Razvijeni su tako uređaji koji koriste za pogon i nošenje traktore točkaše (Slika 2.), lako se montiraju na njih i znatno im povećavaju mogućnost primene. Tako su razvijene: traktorske prikolice i korpe, kašike za iskop, kašike za utovar, kosačice i sakupljačice sena, vadilice za krompir, freze itd.

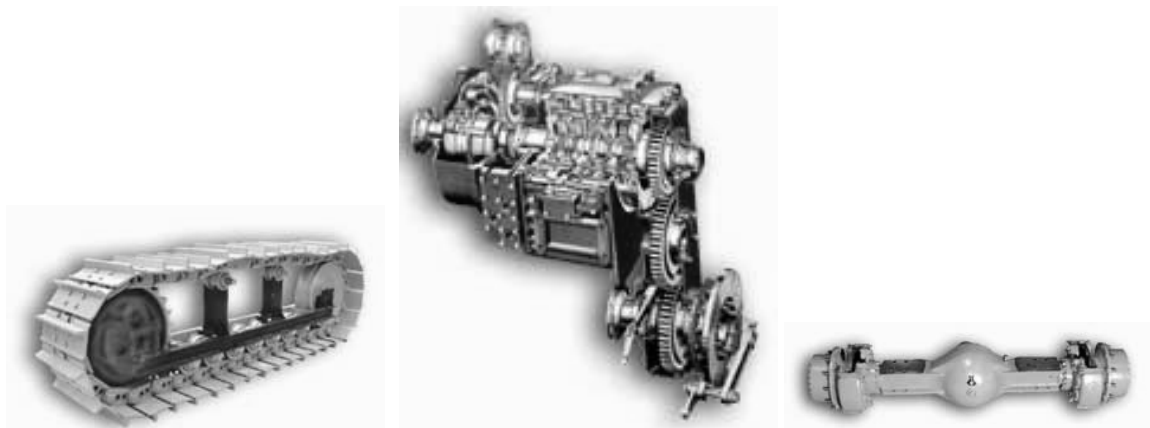


Slika 2.

Uz minimalna ulaganja znatno se povećava stepen iskorišćenja osnovne mašine, traktora.

2.2. Primer modularnog projektovanja u mašingradnji

U mašingradnji je još isplativiji i primenljiviji princip modularnog projektovanja. Za potrebe proizvodnje građevinskih mašina, na primer, projektovane su čitave familije komponenti (Slika 3.): elementi guseničnih hodnih strojeva, prenosnici snage (menjači, pretvarači, spojnice), radni uređaji (kašike, daske, strele, ramovi), delovi karoserije (kabine, rezervoari itd), hidrauličke komponente (pumpe, motori, razvodnici, cilindri) i tome slično.



Slika 3.

Od ovih komponentata, na zavarenim šasisijama "koponuju" se mašine traženih karakteristika. Pouzdanost i kvalitet komponenti su istovremeno i garancija kvaliteta ukupnog proizvoda.

2.3. Primer modularnog projektovanja u autoindustriji

S obzirom na razvoj kapaciteta automobilske industrije pojavljuje se i problem tržišta, ali i potreba za posebnim izvođenjem nadgradnje kamiona: dostavna vozila, prevoz rasutog tereta, prevoz konfekcije, prevoz nameštaja, prevoz prehrambenih artikala, prevoz specijalnih materija i oruđa itd. (Slika 4.).



Slika 4.

Istovremeno pojavljuju se potrebe za korišćenjem kamiona za vojne potrebe, elektroprivredu, komunalnu delatnost itd. Sve se ovo rešava korišćenjem standardnih, serijski proizvedenih kamiona, vozila čija je cena niža od specijalno razvijanih vozila. Na njih se, uz neophodnu adaptaciju ugrađuju oruđa, dizalice, hladnjače, cisterne i slično, pa se na relativno jednostavan način dolazi do vozila tražene namene.

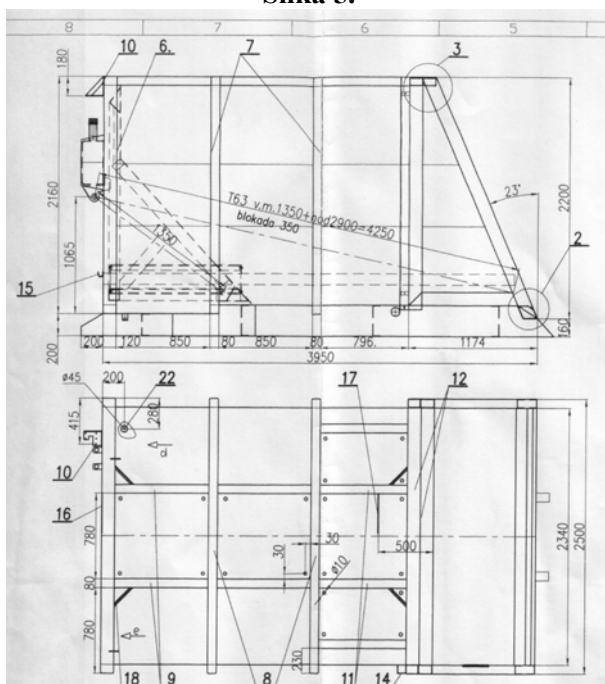
3. PRIMER PRAKTIČNE PRIMENE OPISANOG MODELA

Kao primer modularno projektovanog proizvoda navedeno je komunalno vozilo za sakupljanje smeća iz kontejnera, smećar (Slika 5.). Razvijeno je u razvojnom centru kompanije koja proizvodi i do 1.000 komada godišnje. Osnovni moduli ovakvog vozila su:

- Podvoz, kamionska šasija koju proizvodi MAN, IVECO, MERCEDES, KAMAZ itd
- Automatika (elektro, pneumatska i hidraulična),
- Mehanizam za prihvatanje, podizanje i istresanje kontejnera standardnog oblika i dimenzija
- Zavarene konstrukcije (unificirani kesoni, istisne ploče i rezervoari) (Slika 6.)
- Dodatna oprema



Slika 5.



Slika 6.

Svi moduli su standardni. Zavisno od vozila, ugrađuje se adaptivna konstrukcija, pomoćni okvir, koji služi kao veza između osnovnog vozila i nadgradnje. Dokumentacija je jasno modulski razdvojena, sa zahtevima koji omogućavaju kontrolu proizvoda u zaokruženom modulskom obliku. Finalizator, zavisno od modela, naručuje od kooperanata module, integriše ih u svojoj fabrici, testira i isporučuje kupcu. U situaciji je da bira kooperanta koji pod optimalnim uslovima isporučuje komponente, module, ima alternativne dobavljače i konkurentan je na tržištu.

Ovakvo projektovanje stvara mogućnosti, uz dobru logistiku, da se i proizvodnja dislocira i delovi proizvode u malim preduzećima uz minimalne troškove. Na ovaj način upošljavaju se i kapaciteti malih firmi, pa u simbiozi svi imaju koristi. Na slici 7. prikazan je detalj proizvodnje već poenutog kesona, zavarene

konstrukcije koja predstavlja maloserijski proizvod, izrađuje se uz minimum specijalnih alata, kvalitet se postiže zahvaljujući kvalifikovanim, iskusnim kadrovima, a niska cena rada omogućava konkurentnost na tržištu.



Slika 7.

4. ZAKLJUČAK

Modularno projektovanje nije nov, ali je još uvek, kod nas, nedovoljno primenjivan model i metod projektovanja proizvoda. Nivo razvoja informatičkih tehnologija, uvođenje sistema kvaliteta i stepen standardizacije i unifikacije proizvoda omogućavaju da se veoma brzo dođe do novog proizvoda uz najmanja ulaganja, pri čemu se može postići zahtevan kvalitet, funkcionalnost, cena i rokovi. Takođe, modulni princip projektovanja omogućava podizanje serijnosti proizvoda, dislokaciju proizvodnje u raznim delovima sveta i uspešnu finalizaciju tamo gde se postižu maksimalni efekti. Ovo je i osnovni princip delovanja multinacionalnih kompanija i globalizacije svetske privrede. Istovremeno, ovakav pristup omogućava da se veliki broj delova i sklopova, koji zahtevaju veliko učešće živog, manuelnog rada izrađuju u malim preduzećima po veoma povoljnim uslovima. Kvalitetno, u kratkim rokovima i po niskim cenama.

5. LITERATURA

1. Đorđević, Lj., Đurić, S., Gligorijević, G.:Razvoj mašina, opreme i uređaja namenjenih za primenu u poljoprivredi, vodoprivredi i šumarstvu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Institut za poljoprivrednu tehniku, Jugoslovensko društvo za pogonske mašine, traktore i održavanje, VIII Naučni skup JUMTO 2001, Pravci razvoja traktora i mobilnih sistema, Novi sad, 23.11. 2001. časopis Traktori i pogonske mašine, Vol.6, No.3, p. 56-62, Novi Sad, Nov., 2001. Biblid: 0354-9496(2001) 6:3, UDK: 631.372
2. Zbornici radova sa međunarodnih konferencija JUPITER, Teška mašinogradnja, RaDMI, održanih u periodu 2001.-2002.
3. Katalozi i prospektni materijali proizvođača građevinske, poljoprivredne, saobraćajne, transportne i komunalne opreme
4. Dokumentacija iz INDOK službe i biblioteke Instituta IMK "14.oktobar" Kruševac

ORGANIZATION OF PRODUCTION OF WELDED ASSEMBLIES IN SMALL FIRMS (PLANTS)

Summary: *In this paper is given description of possible solution for organization of production of welded constructions in small firms (plants). Here is description for one of possible solutions for transfer of technology and establishing of cooperational relationships between small and large firms (plants). On this example is show that it is possible to succesfully and quality establish and organizate production of small firm (plant) along with full technoekonomical justification.*

Key words: *welded assembly, cooperation, small firm (plant), quality, technoekonomical justification*



П. ЧОНКИЋ¹⁾

ЈЕДАН МЕТОД УТВРЂИВАЊА ОРИГИНАЛНОСТИ НОВИНЕ

САЖЕТАК

При утврђивању финансијских ефеката увођења новине у редовну употребу потребно је **потпуно познавати** оригиналност те новине. Оригиналност се ~ при томе ~ одређује табеларно помоћу **седам**, раније утврђених елемената оригиналности.. За њихово одређивање користе се **исте** оцене (постоје три интезитета) за:

- а) постојеће решење 1 поен;
- б) усавршено постојеће решење 3 поена;
- в) потпуно **НОВО** решење..... 5 поена,

који се уносе у посебно сачињен образац за утврђивање оригиналности новине (приказан у тексту), а потом се – тако добијени – резултат користи при утврђивању финансијских ефеката увођења новине. Приказано решење је из праксе предузећа **ИНДУСТРИЈА ПРЕЦИЗНЕ МЕХАНИКЕ АД** из Београда (познато као **ИПМ**).

1. УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

Увођењем новина у редовну употребу у предузећима прераде метала остварују се финансијски ефекти које треба познавати и израчунавати.

За њихово израчунавање потребно је, између осталог, познавати оригиналност новине, материјалне трошкове увођења новине, трошкове алата и рада, очекивано време примене новине, потребна улагања и посебне услове за примену уведене новине.

Израчунавање се – при томе – врши **табеларно**, коришћењем посебно сачињеног обрасца који се приказује у тексту овог рада.

Оригиналност новине одређује се помоћу **седам**, раније утврђених, елемената, који имају по три интезитета (оцене). Ове оцене имају **исте** вредности за сваки елеменат утврђивања понаособ и то за:

- а) постојеће решење 1 поен;
- б) усавршено постојеће решење 3 поена;
- в) потпуно **НОВО** решење 5 поена,

које се уносе у **Листић утврђивања оригиналности новине**. Овај Листић чини основу за уношење интезитета за оригиналност у **Листић за утврђивање финансијских ефеката увођења новине**. Листићи су приказани у овом раду.

2. УТВРЂИВАЊЕ ФИНАНСИЈСКИХ ЕФЕКТА УВОЂЕЊА НОВИНЕ

Утврђивање финансијских ефеката увођења новине врши се табеларно, коришћењем посебно сачињеног обрасца, а који има **седам** различитих елемената утврђивања финансијских ефеката. Сваки од тих елемената има пет интезитета који се потом коригују са пет интезитета Коефицијента специфичности стваралаштва (**K_s**). На тај начин постоји **175** могућности ~ по мишљењу аутора ових редова ~ довољни за успешно израчунавање финансијских ефеката увођења новине у редовну употребу предузећа прераде метала.

¹⁾ Предраг ЧОНКИЋ, дипл. машински инжењер, 11000 Београд, ул. Страхинића Бана број: 53/IV, телефон: xx38111-633-372, Е – пошта: ziki @ Eunet.yu

2.1. ОПШТИ ПОДАЦИ

Попуњавањем вредности поена за сваки од седам елемената утврђивања финансијских ефеката увођења новине у поменутом Листићу *добија се* укупни број бодова (B_{SK}). После утврђивања укупног броја бодова (B_{SK}) израчунава се коефицијент сразмере (p). Познавајући продајну цену (PC_N) и планску количину (N_G) добија се укупна зарада за уведено ново решење (uLD_s)

где је:

$$p = K \times B_{SK} \dots\dots\dots (1)$$

при чему је

$$K = 0,000055741,$$

тј:

$$uLD_s = p \times PC_N \times N_G \dots\dots\dots (2)$$

и представља укупну зараду за увођење новине, а која се (после одбитка средстава са којима располаже директор предузећа за *посебно* награђивање за ово увођење) исплаћује Тиму за увођење новине у редовну примену. Детаљније о свему овоме **било је** већ раније говора **на предходној Конференцији Система "ЈУПИТЕР"**.

2.2. ЕЛЕМЕНТИ УТВРЂИВАЊА

За утврђивање финансијских ефеката увођења новине постоје следећи елементи:

1. **Оригиналност предлога** (распон: 0 ~ 90 поена);
2. **Материјални трошкови** (распон: 3 ~ 34 поена);
3. **Трошкови израде алата** (распон: 2 ~ 18 поена);
4. **Трошкови рада** (распон: 3 ~ 24 поена);
5. **Очекивано време примене** (распон: 1 ~ 12 поена);
6. **Потребна улагања** (распон: 1 ~ 10 поена);
7. **Посебни услови за примену** (распон: 0 ~ 12 поена),

који се коригују Коефицијентом специфичности стваралаштва и то у распону:

од 1,00 до 1,30

и тако добија укупни број бодова (B_{SK}), којим се одређује :

- а/ зарада (укупна) за увођење новине;
- б/ време заштите уведене новине;
- в/ средства којима располаже директор предузећа за награђивање других (осталих) учесника увођења новине поред чланова Тима за увођење новине.

Треба напоменути да је у случају **погрешног израчунавања** финансијских ефеката **могуће извршити корекцију** самог прорачуна (рубрика:"Унето/са").

2.3. ЛИСТИЋ УТВРЂИВАЊА ФИНАНСИЈСКИХ ЕФЕКТА НОВИНЕ

Листић утврђивања финансијских ефеката увођења новина има следећи облик:

[Видети "Листић утврђивања финансијских ефеката..." у прилогу]

који се користи при израчунавању зарада за **сваког** члана Тима за увођење новине у редовну примену предузећа прераде метала (dLD_{SM}).

3. ОРИГИНАЛНОСТ НОВИНЕ

Утврђивање оригиналности новине врши се **табеларно** коришћењем посебно сачињеног обрасца, који има седам елемената утврђивања оригиналности новине.

Сваки од тих елемената има по три **исте** оцене за:

- а) постојеће решење 1 поен;
- б) усавршено постојеће решење 3 поена;
- в) потпуно **НОВО** решење 5 поена,

који се уносе у Листић утврђивања оригиналности новине.

На овом Листићу постоји веза између израчунатог броја поена и бодова оригиналности у Листићу утврђивања финансијских ефеката увођења новине (рубрика: 1/). Та веза дата је табеларно:

ТАБЕЛА ПРЕТВАРАЊА ПОЕНА У БОДОВЕ		
Поена	Бодова	Интензитет
7	0	а)
8 – 13	9	б)
14 – 19	23	в)
20 – 25	46	г)
>25	90	д)

3.1. ЕЛЕМЕНТИ УТВРЂИВАЊА ОРИГИНАЛНОСТИ

За утврђивање оригиналности увођења постоје следећи елементи:

1. оригиналност конструкције;
2. оригиналност материјала;
3. оригиналност алата;
4. оригиналност технологије;
5. оригиналност коришћених машина и уређаја;
6. оригиналност метода контролисања израде и
7. оригиналност заштите, транспорта и складиштења,

чијим се сабирањем добијених оцена (распон: 1 ~ 5) добија укупан број поена који се потом претварају у бодове (Табела 1.- тј. табела претварања дата је у тачки 3. овог рада).

И овде постоји могућност корекције погрешног израчунатог броја поена (рубрика: "Унето/са").

3.2. ЛИСТИЋ УТВРЂИВАЊА ОРИГИНАЛНОСТИ

Листић (*помоћни*) утврђивања оригиналности новине има следећи облик:

[Видети "**Помоћни листић утврђивања оригиналности**" у прилогу]

који се користи за одређивање броја бодова у рубрици 1. "**оригиналност предлога**" Листића за утврђивање финансијских ефеката увођења новине

4. ЗАКЉУЧАК

На основу свега до сада изложеног могући је следећи

з а к љ у ч а к:

оригиналност новине утврђује се на основу седам (раније утврђених елемената за утврђивање оригиналности, уношењем одговарајуће оцено у посебно сачињен образац. Оцене за сваки елемент утврђивања оригиналности увођења новине су **исте**, тј. постоје три вредности за постојеће, усавршено постојеће и за потпуно **ново** (непознато ~ оригинално) решење;

- приказан је Листић за утврђивање финансијских ефеката увођења новина као и Листић за утврђивање оригиналности увођења новина у које се уносе одговарајуће оцене, тако да само утврђивање оригиналности постаје рутински посао;
- приказано решење је из праксе предузећа ИНДУСТРИЈА ПРЕЦИЗНЕ МЕХАНИКЕ АД из Београд (познато као ИПМ-Београд).

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wird ein ganz neuer Beitritt der Auswertung von Finanzeffekten bei Einführung der Neuerungen dargestellt, der auf der neuen Bestimmungsart für Originalität der Neuerungen begründet ist. Der Verfasser dieser Reihen (der auch selbst der Urheber von mehreren angenommenen Innovationen ist) erläutert detailliert die Grundlagen des neuen Beitrags im Bereich des intellektuellen (industriellen) Eigentums. Die dargestellte Lösung stammt aus der Firma INDUSTRIJA PRECIZNE MEHANIKE AD – Belgrad

Листин УТВРЂИВАЊА ФИНАНСИЈСКИХ ЕФЕКТА УВОЂЕЊА НОВИНЕ		Уштеда у девизама:						
		Вид новине:						
		Ознака:						
РАДНИК - ПРЕДЛАГАЧ НОВОГ РЕШЕЊА								
ИМЕ И ПРЕЗИМЕ		МБ	РАДНО МЕСТО			ТЕЛЕФОН		
ПРЕДМЕТ НОВИНЕ:		Разни датуми						
		Пријава предлога						
		Утврђивања ф. ефеката						
		Корекција фин. ефеката						
Редни Број	Елементи за утврђивање финансијских ефеката	Интезитети					Унето	
		а	б	в	г	д	Без	Са
1.-	Оригиналност предлога	0	9	23	46	90		
2.-	Материјални трошкови	3	7	13	22	34		
3.-	Трошкови алата	2	3	6	12	18		
4.-	Трошкови рада	3	4	8	16	24		
5.-	Очекивано време примене	1	2	5	8	12		
6.-	Потребна улагања	1	2	4	6	10		
7.-	Посебни услови за примену	0	1	2	7	12		
Специфичност стваралаштва Ks = 1,.....		Укупно:						
Напомена:		Укупно после корекције (Bsk)						
a = ... %; UČi = (Функција:)		Коеф. Сразмере (P)						
Време заштите (Tz):		Трошкови транспорта (TR)						
Продајна цена PCn =дин/ком		Планска количина (Ng)						
Укупан LD за ново решење		uLDs = P x PCn x Nm						
Средства на расположењу директору		dLDs = 0,01 a x uLDs						
Укупна средства LDs за Тим		ULDs = uLDs – dLDs ULDs = x Nm						
ПРИМЕДБА:								
За Nm = ком/месец; ==> LDsm = дин/месец								
0,01 x 2,50		K = ----- = 0,000055741		==> P = K x Bsk		K₈₈ =		
448,5						K₈₉ =		
						K₉₀ =		
		(UČi x K90i)i						
		K uči = ----- =						
		S(UČi x K90i)						
		dLDsm = Nm [дин/аутор x месец]						
Саставио	Контролисао	Оверава	Замењује					
			Замењен са					

Обр.123.ТУН.91.

Помоћни листин УТВРЂИВАЊА ОРИГИНАЛНОСТИ НОВИНЕ		Уштеда у девизама:					
		Вид новине:					
		Ознака:					
РАДНИК – ПРЕДЛАГАЧ НОВОГ РЕШЕЊА							
ИМЕ И ПРЕЗИМЕ		МБ	РАДНО МЕСТО			ТЕЛЕФОН	
ПРЕДМЕТ НОВИНЕ:		Разни датуми					
		Пријава предлога					
		Утврђивања ф. ефеката					
		Корекција фин. ефеката					
Редни број	Елементи за утврђивање оригиналности новине	Интезитети			Унето		
		а	б	в	Без	Са	
1.-	Оригиналност конструкције	1	3	5			
2.-	Оригиналност материјала	1	3	5			
3.-	Оригиналност алата	1	3	5			
4.-	Оригиналност технологије	1	3	5			
5.-	Оригинал. машина, уређај	1	3	5			
6.-	Оригинал. метода контроле	1	3	5			
7.-	Оригиналност заштите, транспорта, складиштења	1	3	5			
ЛЕГЕНДА ОЗНАКА :		Укупно:					
а – постојеће решење		Припада бодова [Б1]					
б – усавршено постојеће решење		ПРИМЕДБА:					
в – потпуно НОВО решење							
ТАБЕЛА ПРЕТВАРАЊА ПОЕНА У БОДОВЕ							
Поена	Бодова	Интензитет					
7	0	а)					
8 – 13	9	б)					
14 – 19	23	в)					
20 – 25	46	г)					
>25	90	д)					
НАПОМЕНЕ ОБРАДЕ :							
Саставио	Контролисао	Оверава	Замењује				
			Замењен са				

Обр.123.ТУН.92.



M. Banković¹, P. Gladović², V. Manojlović³

PULL UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM I ZALIHAMA

Rezime: *Pull koncept upravljanja proizvodnjom i zalihama danas je dominantan sistem po kome se organizuje delatnost proizvodnih preduzeća. U radu se daje kratak prikaz ključnih razlika između Push i Pull proizvodnje, kao i diskusija osnovnih razloga za prelazak na Pull proizvodnu orijentaciju.*

Ključne reči: 1. UPRAVLJANJE; 2. PROIZVODNJA; 3. PULL SISTEM

1. UVOD

Proizvodnja proizvoda samo na osnovu tražnje poznata je pod nazivom "Demand Pull" ili kraće "Pull" sistem. Treba tako organizovati poslovni sistem da se utrošci resursa usmere na proizvodnju proizvoda bez grešaka, onda kad se oni zahtevaju. Sposobnost da se proizvodi proizvode na tražnju rezultuje iz smanjenja vodećeg vremena zahtevanog za odgovor na tražnju kupaca, unapređenja mogućnosti proizvodnje i održavanja adekvatnih kapaciteta opreme. Postizanje kratkog vodećeg vremena i visokih mogućnosti proizvodnje razvija fleksibilnost proizvodnog sistema koja osigurava najekonomičniju upotrebu poslovnih resursa. Ključni zahtevi na koje mora da odgovori proizvodnja u Pull sistemu su:

- visoki standardi kvaliteta (100%);
- upravljanje prema tražnji, odn. Pull upravljanje;
- upravljanje nivoima proizvodnje;
- dovoljno vodeće vreme (minimalno vreme pripreme) za prelazak na nove proizvode;
- dugoročne ugovorne obaveze dobavljača i obaveze prema kupcima;
- stalno unapređivanje proizvodnog procesa;
- minimalne zalihe u poslovnom sistemu.

Dva verovatno najveća uticaja Pull sistema na dnevnu rutinu proizvodnje su izmena tipa planiranja i upravljanja proizvodnjom i maksimalno moguće podizanje nivoa kvaliteta. Pull proizvodni sistem, kao što naziv govori, koristi se da "vuče" materijale ili poluproizvode na osnovu tražnje, sa ciljem da se zadovolje zahtevi kupaca. Logističko poslovanje podrazumeva Pull proizvodni sistem u kome se materijal obezbeđuje prevashodno na osnovu tražnje. Cilj Pull sistema je "vučenje" zahteva za materijalom bez intervenisanja zalihama i sa minimumom zahteva unapred od kupca (kao kupac se u Pull sistemu tretira naredno radno mesto, funkcija ili "krajnji" kupac koji egzistira van granica konkretnog preduzeća). Da bi bila potpuno efikasna, Pull proizvodna strategija treba da počne sa kupcem i da se proširi kroz proizvodnju do dobavljača. Tako čitav proces prijema porudžbina, snabdevanja, izrade proizvoda i isporuke gotovih proizvoda funkcioniše kao Pull proizvodni sistem. Cilj Pull proizvodnje je korišćenje raspoloživih resursa da se proizvodnjom zadovolje tekući zahtevi većeg broja kupaca a ne formiranje zaliha za mali broj kupaca.

2. UPOREĐENJE PUSH I PULL PROIZVODNJE

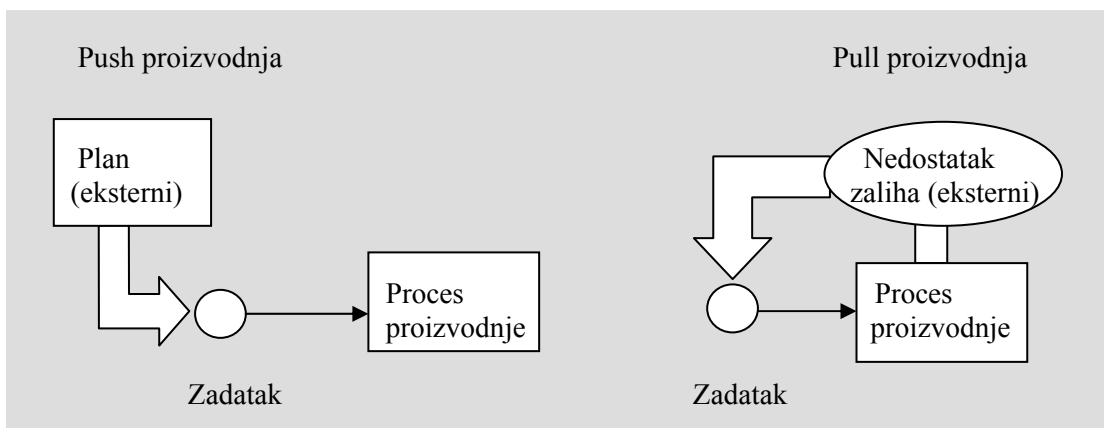
Pre no što je našao primenu MRP sistem, većina zahteva za materijalom podmirivana je sa zaliha a nedostajući delovi su naručivani i isporučivani za kompletiranje i završetak proizvodnog procesa. Sistemi planiranja potreba za repromaterijalom su počeli da "procenjuju" zahteve usled nedostatka i da obezbeđuju materijal znatno pre nego što se za njim javi potreba, što je rezultiralo "guranjem" materijala kroz proizvodnju (Push sistemi).

Pull proizvodni sistemi se u novije vreme favorizuju zato što eliminišu iz procesa proizvodnje nepotrebne elemente. Ti elementi su pre svega dodatni troškovi sa poreklom u lošem kvalitetu i zalihama kao i troškovi rada i materijala zarobljeni u zalihama. Pull sistem formira tražnju ne unapred već samo onda kad se zahteva i čitav podmireni obim tražnje odmah koristi. Ova suštinska razlika prikazana je na slici 1.

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

² Prof. dr Pavle Gladović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

³ Prof dr Vladislav Manojlović, Elektrotehnički fakultet, Kosovska Mitrovica



Slika 1: Mehanizam funkcionisanja Push i Pull proizvodnje

U sledećoj tabeli su sistematizovane neke od najvažnijih razlika između Push i Pull proizvodnje.

PUSH	PULL
<p>Upravljanje proizvodnjom počinje da pravi zalihi na početku proizvodnog procesa. Kad je čitava serija prošla prvu operaciju, prebacuje se na sledeću operaciju. Ona može predstavljati 2- do 6-mesečnu isporuku kupcu. Cela serija prolazi kroz proces akumulirajući rad i uvećavajući vrednost, da bi na kraju prispela na zalihi za 2 do 6 meseci isporuke. Push sistemi po pravilu pokazuju sledeću višestepenu sistematiku planiranja i upravljanja: u planiranju programa proizvodnje se uz pomoć porudžbina kupaca odnosno programskih porudžbina određuju primarne potrebe po vrsti, količini i terminu.</p>	<p>Zadržavaju se osnovne odgovornosti ali se menjaju procedure kontrole. U proizvodnji sa Pull proizvodnim sistemom se upravljanje proizvodnjom preorijentiše sa "guranja" proizvoda kroz proizvodni proces ka omogućavanju proizvodnji da "vuče" resurse prema svojim zahtevima (npr. Kanban⁴ sistem). Pull sistem rezultira smanjenjem rada kontrole proizvodnje i porastom odgovornosti funkcije proizvodnje.</p>
<p>Upravljanje proizvodnjom se javlja kao treća strana u vezi između dva radna mesta; upravljanje proizvodnjom je odgovorno za odvijanje operacija i pokretanje proizvoda od jedne do druge operacije. Kao što se vidi iz naziva, upravljanje proizvodnjom je centar aktivnosti u pogledu tokova materijala. Proizvodni radnik (za mašinom ili u montaži) nema nikakvu interakciju sa proizvodnim procesom osim što obavlja određenu operaciju.</p>	<p>Više odgovornosti se vraća samoj proizvodnji kroz napor da se postigne bolje angažovanje radnika i optimalno korišćenje resursa. Pull proizvodnja uspostavlja dvosmerni odnos između radnih stanica ("kupca" i "dobavljača") u kome svaka radna stanica zahteva potreban materijal/poluproizvod direktno od radne stanice na kojoj se izvodi prethodna operacija. U Pull planiranju i upravljanju proizvodnjom se realizacija radnog naloga za proizvodnju ne inicira impulskom centralne funkcije za upravljanje proizvodnjom (početne operacije) već uvođenjem naloga u zadnji nivo obrade, na primer u montažu. Montaža u okviru svog regulacionog sistema daje sekundarni impuls neposredno prethodnim fazama, ove opet svojim prethodnim fazama itd. Regulacioni sistem se može proširiti na čitav logistički lanac, sve do dobavljača.</p>

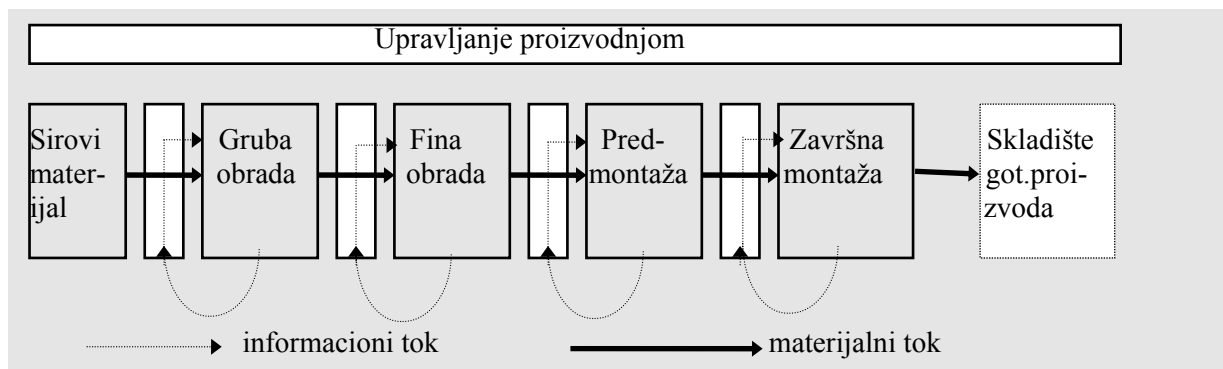
3. NEKI RAZLOZI ZA PRELAZAK SA PUSH NA PULL PROIZVODNJU

Glavni razlog za prelazak sa Push proizvodnog sistema (npr. MRP) na Pull sistem je to što je većina Push sistema dizajnirana tako da podrži česte izmene (malu stabilnost) u planiranju proizvodnje. Zato što MRP

⁴ Shingo Sh., "Nova japanska proizvodna filozofija", Zavod za produktivnost rada, Beograd, 1985.

sistemi pokušavaju da anticipiraju i prate rapidne izmene plana proizvodnje, oni podstiču kompleksnost a ne stabilnost. Korisnici MRP sistema pokušavaju da razreše kompleksan problem planiranja koristeći sve kompleksniji sistem kontrole. Krajnji ishod je razvoj nepotrebno složenog proizvodnog sistema koji nije samoograničavajući već njegova složenost raste. To može biti izazvano upotrebom MRP (koji je zamišljen prvenstveno kao alat za planiranje) kao alata za izvođenje. Neka preduzeća se ograničavaju na upotrebu MRP sistema isključivo za planiranje i to dobro funkcioniše. U praksi logističkog poslovanja prevashodni metod za kontrolu odvijanja proizvodnje je "vučenje" (Pull) proizvodnje na bazi tražnje. Pull proizvodnja planira rad sa ciljem da pojednostavi proces proizvodnje zahtevajući fiksnu količinu proizvoda (fiksni broj jedinica) u datom obimu vremena. Termin "fiksni proizvodni zahtevi" označava izvršavanje ugovornih obaveza. Pull sistemi minimiziraju obim zaliha u proizvodnom sistemu i obezbeđuju da se resursi koriste tako da proizvode proizvod samo onda kad je zahtevan. Nagrada i za proizvođača i za kupca je unapređenje performansi poslovanja. Logistički strukturisani proizvodni tokovi se zasnivaju na dugoročnim ugovorima sa kupcima. Zahtev za dugoročnom saradnjom sa kupcima omogućava proizvodnji da angažuje resurse i optimizuje proizvodne procese sa izvesnom sigurnošću da se plan proizvodnje neće bitno menjati. Dugoročne obaveze su ugovori koji se protežu na period od jedne do dve godine i sastoje se od više perioda u domenu operativnog plana. Tipično, takve obaveze uključuju "čvrsti" plan isporuka proizvoda za prvih 8 - 12 nedelja, sa okvirnim planom otpreme za sledećih 6 - 9 meseci. Ugovorene količine planirane za jednu do dve godine su vrlo "meke" ali se koriste da održe veze (predaju posla dobavljaču) i za dugoročno planiranje.

Prevođenje koncepcije planiranja orijentisane na protok u organizaciono regulisanje može se izvesti na kanban principima. Cilj je da se centralno utvrde okviri u kojima mogu da se odvijaju revolvirajući procesi kod decentralizovanog planiranja i upravljanja, radi porasta brzine reagovanja i snižavanja troškova. Za proizvodnju potrebni tok informacija se tesno povezuje sa materijalnim tokom - kreće se u istoj ravni (slika 2). Formiraju se takozvani samoupravljeni regulacioni tokovi proizvoda i tehnologija. Zahtev za proizvodnjom prema potrebama može se zadovoljiti samostalnim naručivanjem materijala od strane pojedinačnih mesta potrošnje. Istovremeno, prelazak sa Push na Pull princip obezbeđuje potencijalni potrošač. S obzirom da se potrošnja u ovom sistemu pokriva naknadnom proizvodnjom (ako je moguće, u konstantnim serijama radi upotpunjenja konstantne procesne zalihe u logističkom lancu), neophodno je uvođenje AOP-om podržanih skladišta na početku i na kraju proizvodnog lanca. Mesto potrošnje ispostavlja nalog za proizvodnju prethodnom radnom mestu u lancu. To se može vršiti dokumentom (npr. kanban karticom), posredstvom elektronskih medija ili uspostavljanjem komunikacija.



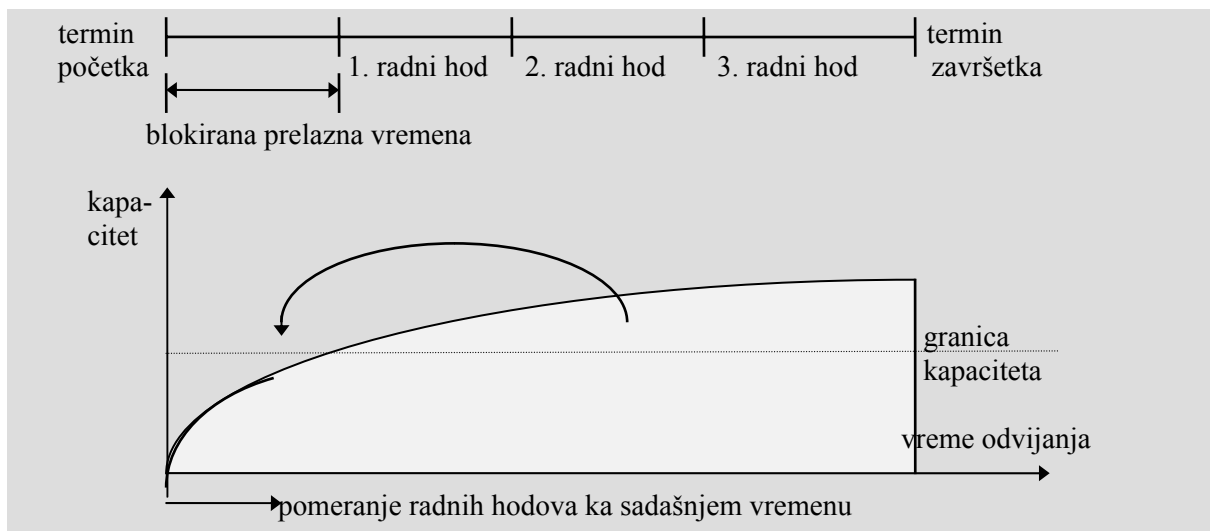
Slika 2: Kanban sistem regulacionog kola

Za Pull planiranje i upravljanje proizvodnjom na raspolaganju su alternative:

- terminiranje unazad sa blokiranim bafer-vremenima;
- izdavanje naloga prema opterećenju i upravljanje uskim grlima..

Kod terminiranja unazad sa blokiranim bafer-vremenima se nalozi planiraju polazeći od najkasnijeg krajnjeg termina (termina isporuke), bez uzimanja u obzir dodatnih bafer-vremena, sa najkraćim mogućim trajanjima (slika 3). To po pravilu dovodi do rasterećenja kapaciteta, što se može korigovati pomeranjem radnih koraka prema sadašnjem trenutku. Rezultat ovog postupka je bolji uvid u efektivno opterećenje kapaciteta kao i smanjenje ukupnog vremena i zaliha. Pretpostavka za ovo je svakako visoka sigurnost procesa u proizvodnji, jer ovako terminirani nalozi mogu doći u kašnjenje usled kratkotrajnih poremećaja ili uskih grla.

Kod izdavanja radnih naloga u skladu sa opterećenjem terminiranje kapaciteta se vrši u dva koraka: najpre se ispituje opterećenje radnih mesta, zatim se uvode terminski hitni nalozi dok se ne dostigne granica kapaciteta. Opterećivanje se vrši za planski period, ali nevezano za fiksni termin. U ovom postupku otpada skupo terminiranje i uravnotežavanje kapaciteta, koje je vršeno u MRP sistemu. Poznata dominantna važnost uskih grla za količinu rezultata i njihovo ključno mesto u oblikovanju tokova vodi dokumentacijskom planiranju ograničenom na ova kritična mesta. Simulacijom se mogu odrediti uska grla i za njih se pretpostavlja da će postojati u određenom vremenskom periodu. Zatim se vrši egzaktno utvrđivanje redosleda naloga. Sledeća mesta obrade na kojima postoji dovoljna rezerva kapaciteta planiraju se progresivno od uskog grla nadalje, tako da je moguće odrediti termin završetka naloga.



Slika 3: Terminiranje unazad sa blokiranim bafer-vremenima

3. ZAKLJUČAK

Pull sistem proizvodnje je, sa mnogim svojim varijantama i izvedbama, danas u svetu nesumnjivo dominantni način po kome se odvija proizvodnja. Tržišna konkurencija i zaoštavanje pitanja kvaliteta, ne samo u proizvodnji već i u svim ostalim segmentima poslovanja, u prvi plan kao ultimativan uslov uspešnosti dovode racionalnost poslovanja, sa aspekta optimalnog korišćenja resursa (maksimalni ukupni kvalitet uz eliminaciju svih suvišnih utrošaka). Imajući to u vidu, cilj ovog rada je da ukaže, kako na značaj, tako i na razlike u odnosu na tradicionalni Push sistem, kao i na nekoliko osnovnih preduslova potrebnih da bi se i u našim uslovima omogućio prelazak na Pull proizvodnju.

LITERATURA

- [1] Ballou R.H. (1999), *Business Logistics Management*, Prentice-Hall International, Inc., Upper Saddle River, New Jersey
- [2] Banković M. (2002), *Pristup modeliranju logističkih procesa i izgradnji logističkog informacionog sistema kao polaz za realizaciju optimalne logističke koncepcije*, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [3] Smith S.B. (1989), *Computer based Production and Inventory Control*, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
- [4] Vollmann T.E., Berry W.L., Whybank D.C. (1988), *Manufacturing Planning and Control Systems*, Homewood, III, Irwin
- [5] -----, www.factory-physics.com

A PULL PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL

Abstract: *A Pull concept of production and inventory management today is a dominant system for manufacturing enterprises activity organizing. In this paper is given a brief review of key differences between Push and Pull production and a discussion of fundamental reasons for pass to Pull production orientation.*

Key words: 1. MANAGEMENT; 2. PRODUCTION; 3. PULL SYSTEM



¹PRIMENA HIBRIDNOG SISTEMA U ODRŽAVANJU

Rezime: U radu je opisana primena hibridnog sistema u održavanju. Primenjen hibridni sistem nastao je integracijom školjke ekspertno sistema „Resolver“ i sistema za podršku odlučivanju „Criterium DecisionPlus“. Ekspertni sistem je primenjen za dijagnosticiranje kvara a sistem za podršku odlučivanju pri izboru dobavljača za deo koji je identifikovan kao neispravan.

APPLICATION OF HYBRID SYSTEMS IN MAINTENANCE

Abstract : Application of hybrid system in maintenance is described in paper. Applied hybrid system is developed by integration of expert system shell „Resolver“ and decision support system „Criterium Decision Plus“. Expert system is used for defect diagnosis and decision support system is used for selecting provider for part which is identified as inoperable.

1. Uvod

Hibridni sistemi (Hibrid Systems – HS) nastaju integracijom dva ili više kompjuterskih informacionih sistema. Do danas je razvijeno više klasa hibridnih sistema, pri čemu se među osnovne ubrajaju: integracija sistema za podršku odlučivanju (SPO) i ekspertnih sistema (ES), ekspertnih sistema i neuronskih mreža, kao i aspekti globalne integracije više informacionih sistema. Integracija ES i SPO može se izvesti na dva osnovna načina i to:

- 1) ekspertni sistem integrisan kao komponenta sistema za podršku odlučivanju,
- 2) ekspertni sistem kao posebna komponenta sistema za podršku odlučivanju.

U drugom navedenom slučaju postoje dve varijante:

- 1) ulaz u ES je izlaz iz SPO,
- 2) ulaz u SPO je izlaz iz ES.

U radu je pokazana praktična primena hibridnog sistema u preduzeću O.D. „Oleo-Mac“. Hibridni sistem kreiran za potrebe O.D. „Oleo-Mac“ jeste primer druge varijante (ulaz u SPO je izlaz iz ES), odnosno ulaz u „Criterium DecisionPlus“ ujedno je i izlaz iz „Resolver“-a. Školjka ekspertnog sistema „Resolver“ upotrebljena je kao pomoć prilikom dijagnosticiranja kvara na motokultivatoru, motornoj testeri i kosilici za travu (električnoj ili motornoj), dok se SPO „Criterium DecisionPlus“ koristi kao podrška prilikom donošenja odluke o izboru dobavljača za identifikovane neispravne delove.

2. Dijagnosticiranje kvara primenom školjke ekspertnog sistema „Resolver“

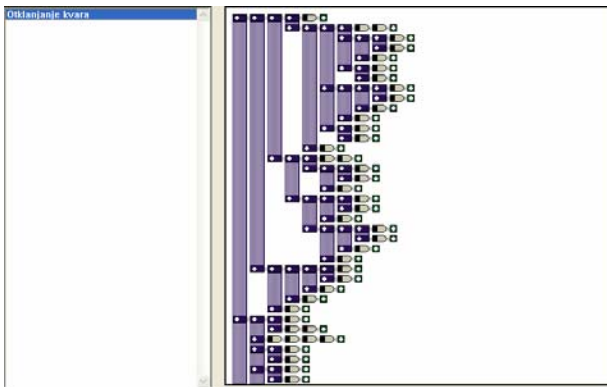
Školjka ES predstavlja praznu bazu znanja koju treba popuniti tako da pruža pomoć prilikom dijagnostike kvara. Popunjavanje se vrši na sledeći način:

-Polje „Goals“ se koristi za unos dijagnoze i načina za otklanjanje kvara koji će biti predloženi korisniku sistema.

-U polju „Questions“ upisuju se pitanja na koja će budući korisnik odgovarati kako bi se, sa sigurnošću, utvrdio nastali kvar.

- Polje „Trees“, predstavlja suštinu budućeg sistema. Tu se sistemom eliminacije utvrđuje nastali kvar, slika 1:

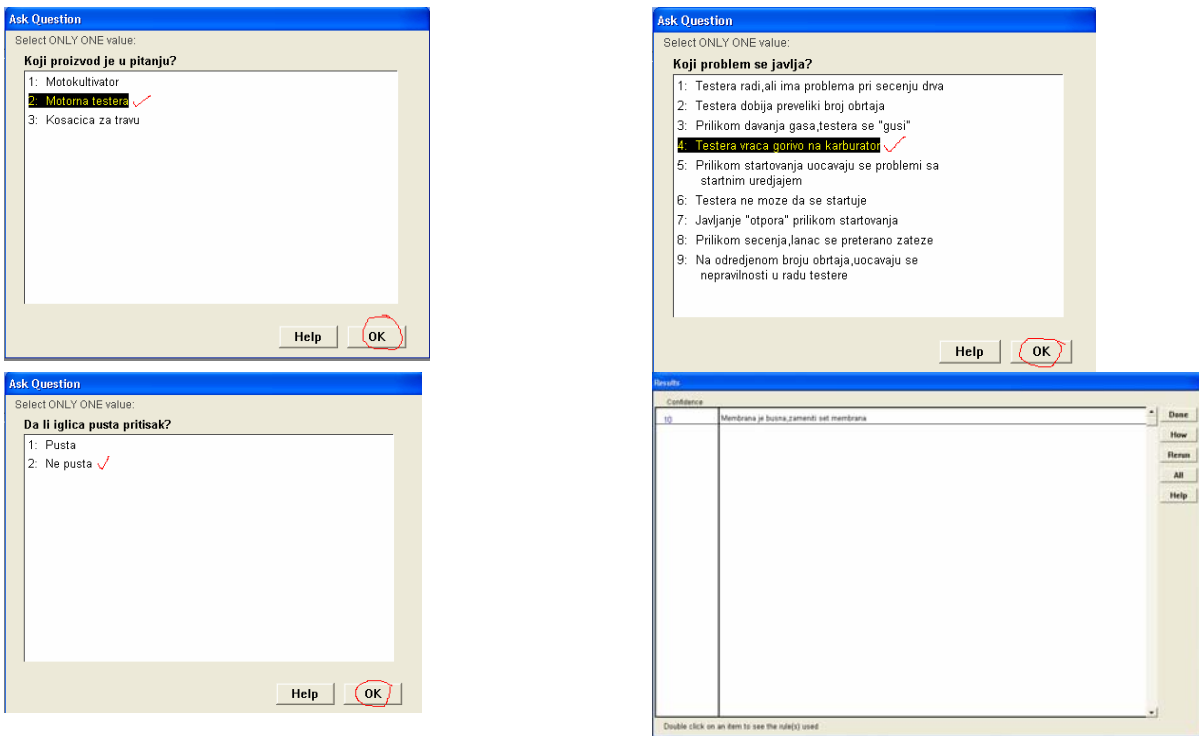
¹ Dragan D. Milanović, Mašinski fakultet, Beograd, draganm@yubc.net
Vladimir Zočević, O.D. „Oleo-Mac“, Čačak
Alesandar Ilić, AMSS, Beograd



Slika 1. Izgled ekrana sa pitanjima i odgovorima

Plavi pravougaonici na slici predstavljaju određeno pitanje, koje je prethodno navedeno (sa mogućim odgovorima) u polju "Questions", dok su zeleni pravougaonici odgovor korisniku tj. dijagnostika i predlog rešenja (prethodno definisani u polju "Goals"). Dakle, korisniku se postavi određeno pitanje u vezi sa problemom koji se javlja (plavi pravougaonik), pri čemu on bira između ponuđenih alternativa. Svaka izabrana alternativa ima svoju odgovarajuću akciju, koja sledi. U praksi to bi značilo sledeće: postavi se pitanje na kom uređaju je kvar nastao (motokultivator, motorna testera ili kosilica za travu).

Ukoliko se izabere motorna testera kao primer, postavljaju se pitanja koja se odnose isključivo na taj uređaj. Izbor određene opcije vodi sledećem, konkretnijem pitanju (plavi pravougaonik) ili se kvar dijagnosticira i predlaže rešenje (zeleni pravougaonik). Svaka izabrana opcija upućuje korisnika na jedinstveno pitanje ili predlog rešenja, slika 2.



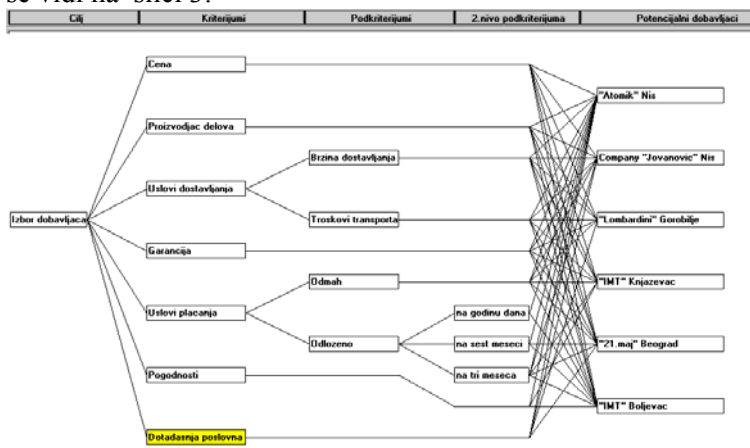
Slika 2. Unos podataka i predlog odluke

Na slici 2, prikazana je samo jedna od mnogobrojnih mogućnosti ovog ekspertnog sistema. U navedenom primeru, problem je sa motornom testerom, pri čemu je ustanovljeno da karburator nije ispravan. Prvo što se proverava jeste da li "iglice" pustaju pritisak ili ne. Ukoliko je odgovor negativan, odmah će se prikazati dijagnostika i predložiti rešenje. Kreirani ekspertni sistem O.D. "Oleo-Mac"-a pruža i mogućnosti otkrivanja i rešavanja znatno kompleksnijih problema dijagnosticiranja kvara motorne testere, motokultivatora i kosilice za travu. Kod složenijih problema, da bi se uspostavila dijagnoza, prethodno se mora odgovoriti na znatno više pitanja, čime će se sistemom eliminacije "suziti krug" oko nastalog kvara i predložiti adekvatno rešenje. Na slici 2, na poslednjem ekranu, vidi se polje "Confidence", koje se u konkretnom ES kreće u rasponu od 0 do 10. Raspon, kao i konkretan broj definiše projektant ES i on označava verovatnoću da je dijagnostika tačna i da će predloženo rešenje biti u mogućnosti da ukloni kvar.

3. Izbor dobavljača primenom sistema za podršku odlučivanju "Criterium DecisionPlus"

Sastavni deo konkretnog HS pored školjke ekspertnog sistema "Resolver" čini i SPO "Criterium DecisionPlus". Posle utvrđivanja kvara i predloga rešenja, HS pruža i pomoć prilikom donošenja odluke o izboru dobavljača od koga nabaviti deo kojim će taj kvar biti otklonjen, kao i druge delove i gotove proizvode. Za taj zadatak koristi se "Criterium DecisionPlus".

Projektant unosi cilj (izbor dobavljača), kriterijume i podkriterijume (cena, garancija, uslovi plaćanja...) koji utiču na izbor dobavljača, kao i potencijalne dobavljače ("Atomik", "IMT", Company "Jovanović" i dr.), što se vidi na slici 3:



Kriterijume i podkriterijume koji su od uticaja, projektant povezuje sa potencijalnim dobavljačima jednostavnim prevlačenjem istih u polja sa alternativama ("Atomik", "IMT"...). Ukoliko je neki kriterijum ili podkriterijum irelevantan za nekog dobavljača jednostavno se ne uspostavlja veza između njih. Npr. ukoliko poslovna saradnja nije uspostavljena sa nekim preduzećem taj kriterijum se neće povezati sa istim (na slici se najbolje uočava da saradnja nije uspostavljena sa "IMT"-om iz Boljevca).

Slika 3. Generisana hijerarhija za izbor dobavljača

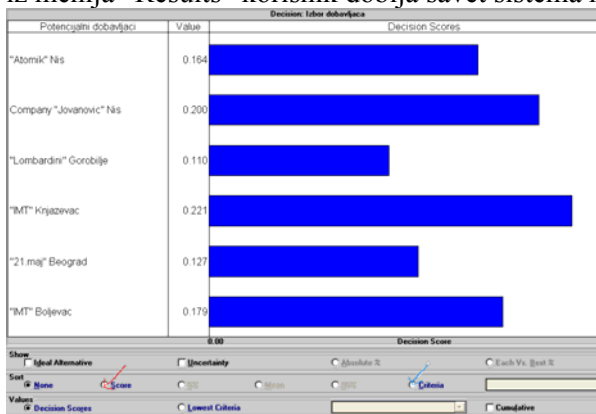
Dvostrukim klikom na cilj (izbor dobavljača) određuje se važnost svakog kriterijuma na izbor dobavljača. Nekad je bitnija cena, nekad brzina dostavljanja, nekada određene pogodnosti. Za određivanje važnosti potrebno je definisati klase, pri čemu su u konkretnom slučaju korišćene verbane skale. To se izvodi izborom sledećih opcija "Assign Scale"/ "Verbal"/ "New", s tim što se prvo navodi ime najbolje klase a zatim se definiše koliko klasa postoji, kao i naziv za ostale klase (maksimalan broj klasa je 10). Projektant ovog sistema je za određivanje važnosti kriterijuma definisao klase: veoma bitno, bitno, manje bitno, prilično nebitno, što pokazuje i slika 4:



Slika 4. Dodeljivanje težinske ocene kriterijuma

Svaki kriterijum ima svoje klase, a one se definišu na isti način kao i u prethodnom slučaju, s tim što za svaki kriterijum klase imaju različite nazive. Postoji još jedna razlika u odnosu na slučaj sa prethodne slike a ona se ogleda u tome što se kod svih kriterijuma i podkriterijuma umesto naziva – cena, proizvođač delova, uslovi dostavljanja... javljaju imena potencijalnih dobavljača. Ako se uzme kao primer kriterijum cena, za svaku od firmi izabrane su odgovarajuće klase. Za "IMT" iz Knjaževca se vidi da pruža relativno povoljnu cenu, dok je cena kod "Lombardini"-ja nepovoljna.

Na isti način se postupa i sa ostalim kriterijumima i poljima dobavljača u okviru njih. Nakon povezivanja svih uticajnih kriterijuma i podkriterijuma sa potencijalnim dobavljačima, izborom opcije "Decision Scores" iz menija "Results" korisnik dobija savet sistema koji mu pomaže prilikom izbora, slika 5.



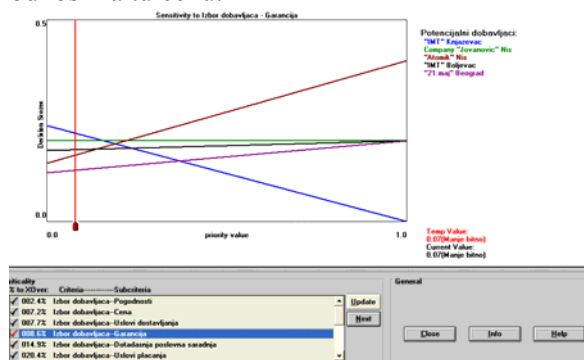
Slika 5. Rezultat analize

Za prikaz redosleda dobavljača koristi se i dijagram senzitivnosti slika 6 (rangiranje izvršeno po kriterijumu garancije). On se poziva izborom opcije "Sensitivity by Weights" iz menija "Analysis".

Crvena linija je prag značajnosti ona pokazuje važnost selektovanog u odnosu na ostale kriterijume. Ukoliko se taj prag pomeri promeniće se i redosled alternativa. Grafikon senzitivnosti prikazuje pet najbolje rangiranih alternativa (svaka linija predstavlja određenog dobavljača). U padajućem meniju ispod grafikona mogu se promeniti kriterijumi po kojima korisnik želi da izvrši rangiranje.

Slika prikazuje predložene dobavljače, sa njihovom relativnom vrednošću, koji se mogu prikazati po opadajućim vrednostima izborom opcije "Score" (crvenom bojom na slici). Ukoliko je dobavljače potrebno rangirati po nekom kriterijumu (cena, uslovi plaćanja i sl.) to se postiže izborom opcije "Criteria" (plava strelica).

Rangiranje je izvršeno u odnosu na unete klase za svaki kriterijum i dobavljače. Ukoliko dođe do nekih promena korisnik sistema može jednostavno promeniti klase na isti način kao što ih je projektant i uneo. Ukoliko se npr. kod "Lombardini"-ja promeni cena i postane veoma povoljna, dovoljno je da korisnik klikne dva puta na cenu i pored polja te firme u padajućem meniju izabere klasu koja se odnosi na tu cenu.



Slika 6. Senzitivna analiza

Analizom rezultata dobija se da je za postojeće uslove najpogodniji dobavljač „IMT“ Knjaževac (0,221), zatim Company „Jovanović“ Niš (0,200), „IMT“ Boljevac (0,179), „Atomic“ Niš (0,164), „21 maj“ Beograd (0,127) i „Lombardini“ iz Gorobilja (0.110).

4. Zaključak

Projektovani hibridni sistem za potrebe O.D. "Oleo-Mac" u praksi se pokazao kao veoma koristan alat koji u mnogome povećava radni učinak i opšte zadovoljstvo zaposlenih. Za njegovu izgradnju i implementaciju nisu uložena značajna sredstva. Ovaj hibridni sistem moguće je modifikovati i usavršiti ukoliko zaposleni dođu do novih saznanja i iskustva pri održavanju sredstava.

Literatura:

1. <http://www.infoharvest.com>
2. <http://sistemac.carnet.hr>
3. <http://www.startupzone.com>



Dejan Vučković¹, Miroslav Pilipović²

FUNKCIONALNO MODELIRANJA VIRTUALNE PROIZVODNJE U PROIZVODNJI CILINDARSKIH SKLOPOVA

Rezi me

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 primenjene u projektovanju virtualnih proizvodnih sistema orijentisanih upravljanju. Dati su primeri primene postavljenog koncepta i funkcionalnog modeliranja u projektovanje virtualne proizvodnje za proizvođača cilindarskih sklopova.

1. UVOD

Pritisци globalnog tržišta usled sve veće konkurencije, skraćanja životnog veka proizvoda, zahtevanih varijantni proizvoda, i stalni zahtevi kupaca za kvalitetnijim proizvodima, su neki od faktora koji bitno utiču na savremenu proizvodnju i nameću menadžerima poslovnih i proizvodnih sistema svakodnevno donošenje odluka bitnih za konkurentni položaj preduzeća na tržištu.

Kompjuterska simulacija bazirana na odgovarajućim modelima realnog sistema je pogodna tehnika provere ponašanja i rada sistema u različitim uslovima. Primena kompjuterske grafike za vizelizaciju, animaciju i interaktivnu simulaciju, otvara nove mogućnosti za primenu ovog metoda u projektovanju složenih proizvodnih sistema.

Sa druge strane savremeni poslovni i proizvodni sistemi zahtevaju intezivnu primenu kompjutera u velikom broju aktivnosti kao što su: projektovanje proizvoda primenom CAD/CAE sistema, projektovanje tehnologije primenom CAPP/CAM sistema i softvera za programiranje CNC mašina alatki, robota i druge opreme, planiranju i upravljanju proizvodnjom i drugim.

Tako intezivne promene u oblasti savremene proizvodnje i primene kompjuterskih tehnologija, dovele su i do novih koncepata projektovanja i upravljanja proizvodnim sistemima. Koncept kompjuterski integrisane proizvodnje CIM - integriše sve kompjuterizovane aktivnosti proizvodnog preduzeća, dok u oblasti projektovanja nov koncept je definisan - virtualni proizvođački sistem.

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 FUNKCIONALNOG MODELIRANJA VIRTUALNIH PROIZVODNIH SISTEMA

Postoji više definicija virtualne proizvodnje u profesionalnoj literaturi od kojih su brojne analizirane u [1], [4], [7] i [8]. Autori ovog rada su prihvatili kao pogodnu definiciju "virtualni proizvodni sistem je integrisano sintetičko proizvodno okruženje namenjeno unapređenju 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 obezbeđuje virtualno okruženje za generisanje tehnoloških postupaka izrade, planove proizvodnje, planove korišćenja resursa i sl. Upravljanju orijentisana virtualna proizvodnja

¹ mr Dejan Vučković, dipl. maš. inž., Vojnotehnički institut Beogradu, tel.011/3951-847, e-mail:vuckod@infosky.net

² Prof. dr Miroslav Pilipović, Mašinski fakultet Beograd, Kraljice Marije 16, e-mail:mpilipovic@mas.bg.ac.yu

obezbedjuje informacije za optimizaciji proizvodnog procesa i koristi simulaciju sistema upravljanja i samog procesa na bazi matematičkih modela.

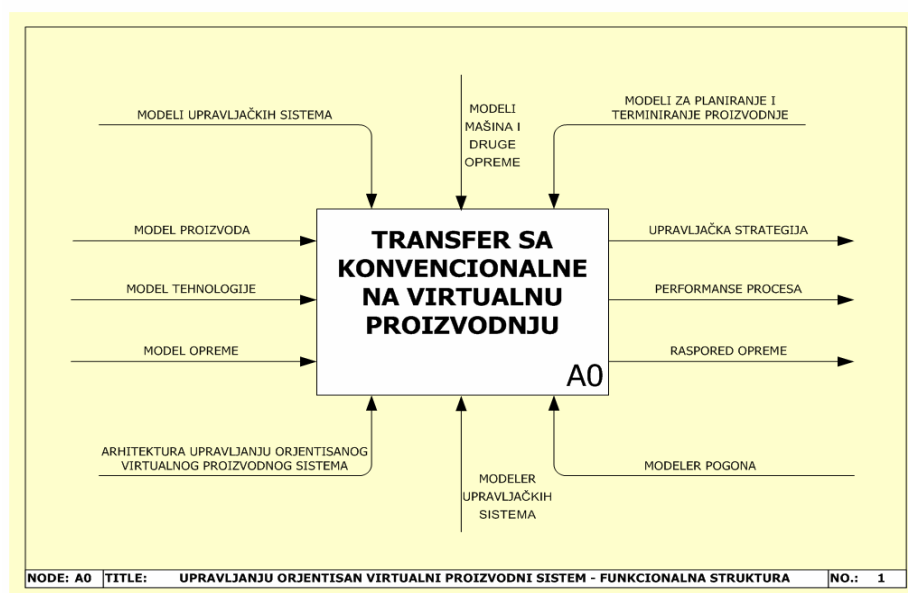
Pri definisanju koncepta virtualne proizvodnje značajna ulogu imaju objektno-orjentisane tehnologije, a takođe i simulacije kao jedna od ključnih tehnologija za razvoj i implementaciju virtualne proizvodnje. Pored novih postupaka u projektovanju proizvoda i proizvodnih sistema, virtualni proizvodni sistemi koriste niz postojećih znanja i razvijenih sistema, otvarajući pitanja njihove integracije. U toku istraživanja, autori su došli do zaključka da su najčešće korišćene metode za funkcionalno modeliranje virtualnih proizvodnih sistema: IDEF0³, IDEF3 i UML⁴ IDEF0 metodologijom definišu se jedinstvene (zajedničke) "logičke aktivnosti", dok se UML dijagramom definiše "fizički" opis poslovnih procesa [2], [3]. Pošto se pri projektovanju i modeliranju kompleksnih sistema i virtualnih proizvodnih sistema sve više koristi objektno orijentisan pristup, ističe se UML jezik kao standardna grafička notacija za objektno orijentisanu analizu i projektovanje.

Pored navedenog, uz druge metode i modele, ističe se da koncepti koji u projektovanju virtualne proizvodnje koriste Internet, za razmenu podataka koriste različite jezike od koji se navode: HTML⁵ jezik za dokumente i VRML⁶ koji omogućava prenos 3D CAD/CAM modela preko Internet-a.

3. FUNKCIONALNO MODELIRANJE VIRTUALNE PROIZVODNJE ORIJENTISANE UPRAVLJANJU ZA PROIZVODNJU CILINDARSKIH SKLOPOVA

U višegodišnjem istraživanju virtualne proizvodnje za potrebe domaće industrije, autori ovog rada i radova [4], [7], i [8] definisali su koncept, arhitekturu i okruženje virtualnog proizvodnog sistema orijentisanog upravljanju. Za detaljno projektno rešenje i proveru postavljenog koncepta izabrana su dva primera: virtualno okruženje za modeliranje proizvodnih pogona kod kojih se za upravljačke sisteme koriste programabilni kontroleri a na primeru laboraorijske ćelije za automatsku montažu ([4] i [8]), i virtualno proizvodno okruženje za proizvodnju cilindarskih sklopova ([7]) sa osnovnim ciljem realizacije transfera proizvodnje sa konvencionalnih tehnologija na CAD/CAM/CNC tehnologiju. U prvom primeru orijentacija je bila na razvoj sopstvenog softvera za virtualno okruženje dok se u drugom primeru maksimalno koristi postojeći savremeni softver za kompjutersko projektovanje - primer CATIA.

Polazeći od definisanog koncepta i arhitekture upravljanju orijentisanih virtualnih proizvodnih sistema, kao i prihvaćenog pristupa u modeliranju sistema virtualne proizvodnje, dalje se daje funkcionalni model virtualnog proizvodnog sistema za proizvodnju cilindarskih sklopova (IDEF0). Na osnovnom nivou (slika 1) predstavljena je funkcionalna struktura virtualnog proizvodnog sistema za proizvodnju cilindarskih sklopova - transfer sa konvencionalne na virtualnu proizvodnju.



Slika 1. – Koncept virtualnog proizvodnog sistema za proizvodnju cilindarskih sklopova [7]

³ IDEF0 - Integrated Definition for Function Modelling

⁴ UML - Unified Modelling Language

⁵ HTML Hyper Text Markup Language

⁶ VRML / Virtual Reality Modelling Language

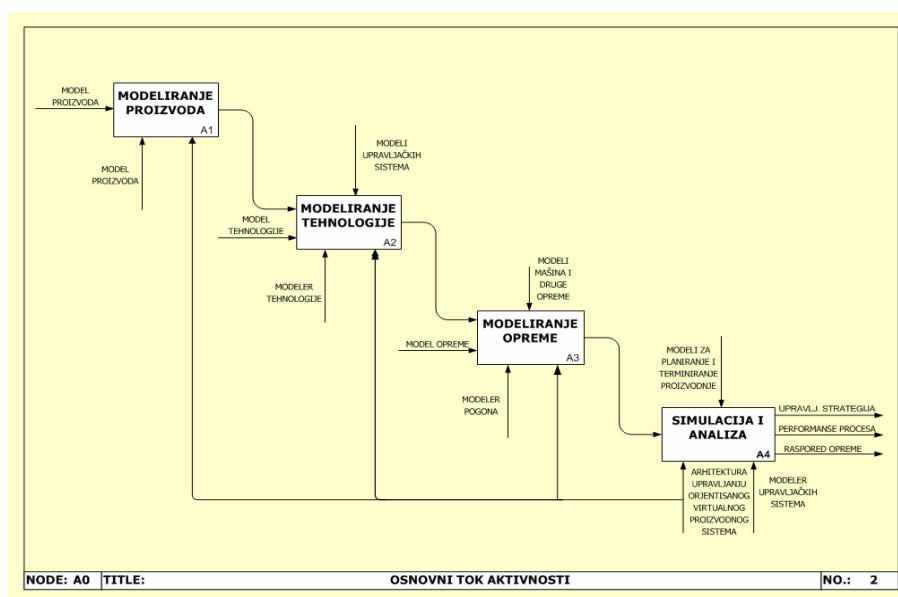
Polazeći od osnovne funkcionalne strukture, na slici 2 je izvršeno raščlanjavanje osnovnih aktivnosti virtualnog proizvodnog sistema za proizvodnju cilindarskih sklopova, tj. modeliran je njegov životni ciklus. U okviru predstavljenog životnog ciklusa, potrebno je prvo izvršiti modeliranje proizvoda, zatim modeliranje tehnologije i modeliranje opreme.

Pri modeliranju proizvoda polazi se od osnovnog geometrijskog modeliranja samog proizvoda. Posle matematičkog modeliranja svih komponenti cilindarskih sklopova prelazi se na modeliranje ovih komponenti u programu CATIA. Kao rezultat dobija se virtualni proizvod.

Isto tako, pri modeliranju tehnologije posle modeliranja obrade svih komponenti cilindarskih sklopova prelazi se na modeliranje CNC obrade ovih komponenti, takođe u CATIA sistemu. Kao rezultat dobija se tehnologija virtualne obrade komponenti cilindarskih sklopova.

Pri modeliranju proizvodnog pogona polazi se od osnovnog geometrijskog modeliranja delova proizvodne opreme. Ovo uključuje modeliranje translacionih i rotacionih modula mašina, modeliranje alata i pomoćne opreme, i čitavih mašina, da bi se potom dobijeni modeli komponovali u virtualni pogon.

Nakon završetka procesa modeliranja sa dobijenim virtualnim proizvodnim pogonom, virtualnom tehnologijom i virtualnim proizvodom ulazi se u proces distribuirane simulacije i analize rezultata simulacije.



Slika 2. – Životni ciklus virtualnog proizvodnog sistema za proizvodnju cilindarskih sklopova

Distribuirana simulacija zahteva pripremu simulacionog modela. Zatim se pristupa registraciji resursa kod upravljača distribuiranom simulacijom, nakon čega počinje sam proces simulacije. Kada je simulacija završena potrebno je prvo oceniti adekvatnost simulacionog modela, a ako je adekvatan pristupa se oceni rezultata simulacije.

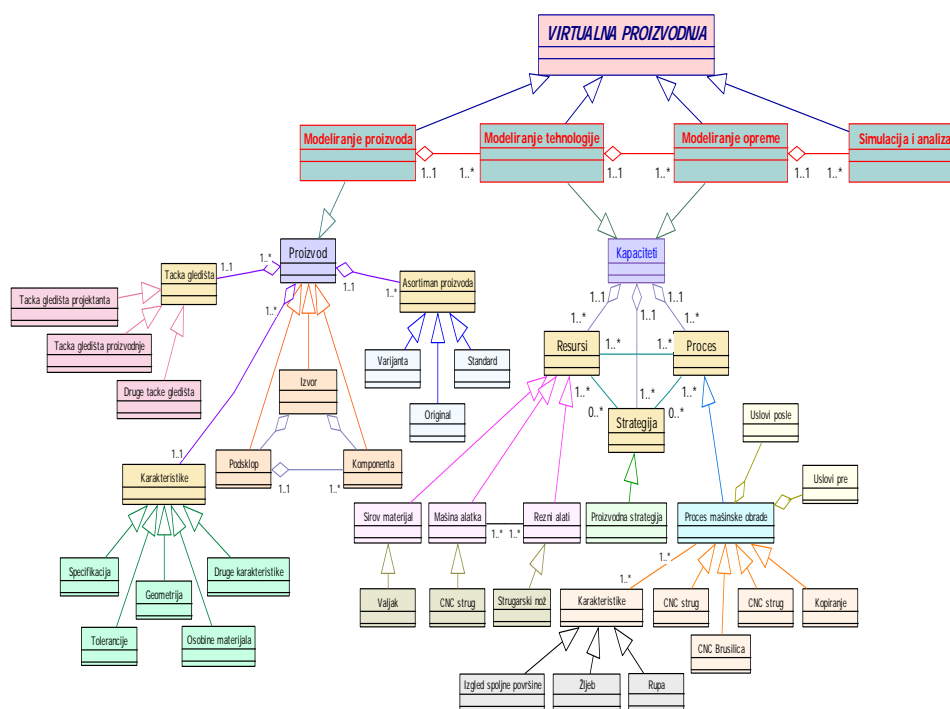
Dalje je moguće detaljnije razlaganje navedenih procesa i aktivnosti. Na osnovu IDEF0 diagrama, generisan je UML dijagram klasa [7], koji sadrži sve klase i njihove veze (slika 3).. Ovaj model podataka čuva se kao logički model podataka i može biti direktno implementiran u objektno orjentisanu bazu podataka upravljačkog sistema.

Ovim je završeno funkcionalno modeliranje virtualnog proizvodnog sistema za proizvodnju cilindarskih sklopova korišćenjem već pomenutih metoda IDEF0 i UML jezika. Na bazi toga autori su pristupili konkretnom modeliranju virtualnog proizvodnog sistema u softveru CATIA.

4. ZAKLJUČAK

Polazeći od definisanog koncepta i arhitekture upravljanju orijentisanih virtualnih proizvodnih sistema, prikazan je primer funkcionalnog modeliranja virtualnog proizvodnog sistema za proizvodnju cilindarskih sklopova. Dati funkcionalni model je osnova za dalji razvoj virtualnog okruženja za projektovanje pojedinih podsistema pri čemu se u prvoj fazi koriste mogućnosti standardnih CAD/CAM

sistema, dok će se u narednoj fazi po potrebi koristiti i drugi namenski softver za modeliranje virtualne proizvodnje.



Slika 3. – UML dijagram [9]

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, 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, International Journal of Agile Management Systems, Vol.1, No.3, pp150-158, 1999.
- [4] Stojadinović, A., Prilog razvoju virtualnog upravljačkog sistema za savremenu proizvodnju, Magistarska teza, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1999.
- [5] Vučković, D., Pilipović, M., *Virtualna proizvodnja u proizvodnji cilindarskih sklopova*, 29. Jupiter konferencija, Mašinski fakultet, Beograd, pp. 1.37-1.40., februar 2003.
- [6] Vučković, D., Pilipović, M., *Upravljanju orjentisana virtualna proizvodnja u proizvodnji cilindarskih sklopova*, MMA 2003, VIII Međunarodna konferencija fleksibilne tehnologije, Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, Novi sad, pp. 121-122., 26-27.juna 2003.
- [7] Vučković, D., Prilog razvoju virtualne proizvodnje za upravljanje i nadzor u savremenoj automatizaciji na globalnoj računarskoj mreži Internet, Magistarska teza, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.
- [8] 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.

Resumé

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 the applications of that methodologies and functional modelling for virtual manufacturing of the cylinder assemblies manufacturer are given.



PRILOG ODREĐIVANJU EKONOMIČNOSTI TRESAČA VOĆA

M. Veljić¹
D. Živković²

Rezime: Ubiranje plodova koštičavog voća u poređenju sa ostalim operacijama obrade zemljišta, orezivanja, đubrenja i zaštite voćka zahteva veliko angažovanje radne snage, dugačak vremenski period, odnosno visoke troškove koji se odražavaju i na cenu proizvoda. U radu je analizirana mogućnost primene mehanizovanog načina ubiranja, otresanjem, uz obrazloženje prednosti primene tresača. Osim analize vremena otresanja dati su i pokazatelji ekonomske prednosti primene konkretnog traktorskog tresača voća za određenu plantažu voća u odnosu na ručno branje koštičavog voća. Istraživanja su ukazala na prednosti primene tresača u odnosu na ručno branje plodova.

Ključne reči: ubiranje voća, mehanizacija, ekonomski pokazatelji

1. UVOD

Proces berbe voća zbog svoje specifičnosti zahteva veliko učešće ljudske radne snage, što čini značajnu stavku pri formiranju tržišne vrednosti proizvoda. Za ručno branje u zavisnosti od načina uzgajanja, sorti, prinosa i uvežbanosti radnika troši se od oko 350 h/ha do 1000 h/ha za koštičavo voće, a za jabučaste plodove od 100 do 200 h/ha radne snage.

Koštičavi plodovi (višnja, šljiva, orah, maslina itd) zbog svojih dimenzija zahtevaju posebne tehnologije branja koje su do pojave tresača svodile na ručno branje sa raznim pomagalicama (merdevinama, kofama itd.) uz veliki udeo radne snage. Karakteristično za ubiranje voća, pa i koštičavog osim angažovanja velikog broja radnika, dugog vremenskog perioda branja uz veliki udeo troškova koji se odnose na manipulaciju i transport ubranih plodova, od branja u određene sudove, prebacivanje u veće (gajbe ili palete), doturanje praznih sudova, do iznošenja punih sudova. Pojavom mehanizovanog ubiranja sa tresačima voća znatno se smanjio vremenski period branja voća po stablu, a samim tim i pored ulaganja u tresač sa adekvatnom opremom i ukupni troškovi branja po stablu ili kg ubranog koštičavog voća. Takođe su smanjeni i manipulacioni troškovi. Mogućnost primene tresača voća se pre svega odnosi na velike plantaže zasada, prvenstveno špalirne, mada znatna ekonomska opravdanost je postignuta i pri otresanju pojedinačnih stabala, koja nisu u špaliru, kao što su orah i maslina.

2. TRESAČ VOĆA

Tresači voća (slika.1) su poljoprivredne mašine koje služe prvenstveno za ubiranje koštičavog voća (šljiva, trešanja, višanja, breskvi, kajsija i dr.) odnosno plodova koji su otporni na mehaničke povrede, a koje mogu nastati pri padu ploda na podlogu. Tresač voća radi na principu vibracija stezača, sa određenom amplitudom, koje se prenose na debla ili skeletne grane čime se usled oscilovanja plodova obezbeđuje razdvajanje veze ploda od peteljke ili ploda sa peteljkom od grana.

Razvoj tresača voća odnosi se na primenu od lakih, pa čak i ručnih, leđnih pogonjenih sa malolitražnim dvotaktnim motorima, pa do traktorskih i samohodnih tresača. Za traktorske i samohode tresače je karakteristična veća proizvodnost i mogućnost ugradnje podsistema za prikupljanje otpalih plodova. Sistem za prikupljanje plodova trebalo bi da bude u okviru celine sa tresačem. Karakteristično je da je udeo radne snage koja obezbeđuje proces ubiranja plodova mali i pored traktoriste potrebno je još dva do tri

¹ Prof. Milan Veljić, dipl. mas. ing Mašinski fakultet u Beograd, tel. 011 3370 631 e-mail: mveljic@mas.bg.ac.yu

² Dr. Dragan Živković, dipl. mas. ing., prof VTŠ Zrenjanin, e-mail: zivkkev@drenik.net

radnika. Treba napomenuti da pri ručnoj berbi vreme trajanja ove operacije sa istim brojem radnika uz primenu mehanizacije može trajati, u zavisnosti od dimenzija i prinosa voćaka i od 3 do 10 puta duže.

Tresače voća treba posmatrati kao jedinstvenu celinu više elemenata povezanih u funkcionalnu celinu kao što su uređaj za trešenje voća, uređaj za prikupljanje otrešenih plodova i uređaj za sprovođenje plodova do sanduka odnosno gajbi.



Slika 1. Tresač voća

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Eksploataciona ispitivanja tresača voća "TTV-Morava" (slika 2) izvršeno je na plantaži višanja "Džervin" kod Knjaževca. Karakteristike voćaka su:

- sorta višanja "Hajman",
- starost stabla oko 10 godina,
- visina stabla do 3m,
- prečnik stabla na mestu stezanja hvatačem od 90 do 130cm,
- rastojanje voćaka u redu oko 3m,
- rastojanje između redova oko 4m.
- prosečan broj stabala po jednom hektaru je 765.

Tresač "TTV-Morava" je ispitivan u agregatu sa traktorom IMT-539. Tresač je bio priključen sa leve strane traktora.

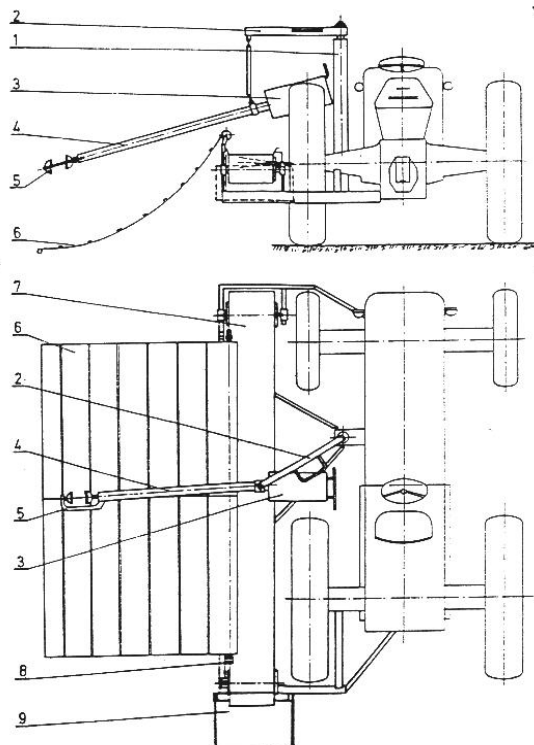
Vreme otresanja jednog stabla višanja trajalo je od 14 do 18s pri rasponu frekvencija od 10 do 12 Hz (tabela:1). U toku jednog sata je otrešeno u proseku 20 stabala (prosečna vrednost nakon 20 dana ispitivanja). Otresanje se obavljalo u dva intervala, od po nekoliko sekundi, s tim što je menjan ugao pod kojim horizontalni nosač sa vibratorom deluje na deblu. Prema tome, vreme otresanja višanja sa jednog hektara iznosi 38,25 h/ha. Prosečno je otrešeno 27 kg. po stablu, odnosno 20 655 kg/ha.

Tabela 1. Eksploatacioni parametri otresanja višanja

vreme otresanja (s)	frekvencija (Hz)
18	10
15	11
14	12

Nabavna cena traktora IMT-539 bez kabine (traktor je bez kabine da bi mogao nesmetano da se kreće između stabala voćki) iznosi 6 650 €. Nabavna cena tresača voća iznosi orijentaciono oko 8.500 €, pošto je ispitivan prototip. Eksploatacioni troškovi traktora IMT-539 (bez kabine).

Da bi se dobili rezultati ekonomske opravdanosti primene traktora i tresača u odnosu na ručno branje plodova praćeni su i razmatrani svi troškovi koji se odnose na oba načina ubiranja plodova. Zbog inflacije i ostalih ekonomskih pokazatelja karakteričnih za naše podneblje, svi proračuni su vršeni u odnosu na valutu evropske unije €.



Slika 2. Šematski prikaz tresaća voća "TTV-Morava"
 1-vertikalni nosač-stub; 2-obrtni horizontalni nosač; 3-vibrator; 4-strela; 5-hvatač;
 6-sabirno platno; 7-horizontalni transporter; 8-ramska konstrukcija; 9-platforma za gajbe

1.0. Eksploatacioni troškovi rada (T_e), traktora IMT-539 iznose[4]:

$$T_e = T_a + T_o + T_{eA} + T_{ko} + T_{rs} = 0,634 + 1,593 + 1,947 + 0,4 + 3,06 = 7,634 \text{ €/h}$$

gde su:

1.1. Troškovi amortizacije traktora (T_a) su:

$$T_a = T_{NC} / V_t = 6650 / 10.500 = 0,634 \text{ €/h,}$$

gde je: $T_{NC} = 6650 \text{ €}$ - nabavna cena traktora; $V_t = 10.500 \text{ h}$ - preporučeni ekonomski vek korišćenja traktora.

1.2. Troškovi održavanja (T_o) su:

$$T_o = T_{IO} + T_t + T_{DT} + T_{ob} = 0,532 + 0,38 + 0,665 + 0,016 = 1,593 \text{ €/h,}$$

gde su:

Troškovi investicionog održavanja (T_{IO}) su: $T_{IO} = (0,05 - 0,12) T_{NC} = 0,08 \cdot 6650 = 532 \text{ €/god,}$
 odnosno po času iznose $T_{IO} = 532 / K_m (\text{€/h}) = 532 / 1000 = 0,532 \text{ €/h,}$

gde je: $K_m = 1000 \text{ h/god}$ – Vremenski period eksploatacije traktora na posmatranom imanju,

Troškovi tekućeg održavanja (T_t) su: $T_t = T_{NC} \cdot p / V_t = 6650 \cdot 0,6 / 10.500 = 0,38 \text{ €/h,}$
 gde je $p = 0,6$ - koeficijent koji zavisi od vrste opreme i uslova u kojima ta oprema radi.

Troškovi potrošnih delova; (T_{DT}) su: $T_{DT} = (0,06 - 0,15) T_{NC} = 0,1 \cdot 6650 = 665 \text{ €/god,}$ što po času iznosi $0,665 \text{ €/h}$

Troškovi obuke održavaoca (T_{ob}) su: $T_{ob} = (0,004 - 0,015) (T_{IO} + T_t + T_{DT})$
 $T_{ob} = 0,01 (0,532 + 0,38 + 0,665) = 0,016 \text{ €/h.}$

1.3. Troškovi energije (T_{eA}) su:

$$T_{eu} = T_{SUS} + T_m = 1,77 + 0,177 = 1,947 \text{ €/h.}$$

gde su: *Troškovi energenata* (T_{SUS}) su: $T_{SUS} = Q_G C_G = P_{SUS} k_G q_{SUS} C_G = 29,5 \cdot 0,2 \cdot 0,6 \cdot 0,5 = 1,77 \text{ €/h}$, gde je
 T_{SUS} - (€/h) - troškovi pogonske energije motora sa unutrašnjim sagorevanjem,
 Q_G - (kg./h) - potrošnja goriva,
 $C_G = 0,5 \text{ €/l}$ - cena jednog kilograma (litra) goriva,
 $P_{SUS} = 29,5 \text{ kW}$ - nominalna snaga motora sa unutrašnjim sagorevanjem,
 $k_G = 0,6$ - koeficijent potrošnje koji se kreće od 0,45 - 0,75,
 $q_G = 0,2 \text{ kg.h/kW}$ - specifična potrošnja goriva).

Troškovi maziva (T_m) su: $T_m = 0,1 \quad T_{SUS} = 0,1 \cdot 1,77 = 0,177 \text{ €/h}$.

1.4. Troškovi kamata i osiguranja (T_{kos}) su:

$T_{kos} = T_k + T_{os} = 0,2394 + 0,16625 = 0,4 \text{ €/h}$,

Troškovi kamata na investiciona ulaganja u opremu (T_k) su:

$T_k = S_{SR} \cdot k = 3990 \cdot 0,06 = 239,4 \text{ €/god.} = 239,4 / K_M = 239,4 / 1000 = 0,2394 \text{ €/h}$,

$k = 6\%$ - važeća bankarska kamata

$S_{SR} = V_K (g+1) / 2g = 6650(5+1) / 10 = 3990$ - srednja vrednost osnovnih sredstava,

gde je: $V_K = 6650 \text{ €}$ - veličina kredita utrošenog za nabavku taktora,

$g = 5$ - broj godina za koje kredit treba vratiti:

Troškovi osiguranja osnovnih sredstava (T_{os}) su:

$T_{os} = T_{NC} \cdot k_{OS} = 6650 \cdot 0,025 = 166,25 \text{ €/god.} = 166,25 / K_M = 166,25 / 1000 = 0,16625 \text{ €/h}$

gde je: $k_{os} = 2,2\%$ - kamatna stopa osiguranja.

1.5. Troškovi radne snage (T_{rs}) su:

$T_{RS} = S R (1+K_1 + (1+K_1)(K_2+K_3)) = 1 \cdot 1,2 \cdot (1+0,5+(1+0,5)(0,3+0,4)) = 3,06 \text{ €/h}$.

gde je: $S = 1,0 \text{ €/h}$ - cena jednog radnog sata radnika zaposlenog u proizvodnji,

$R = 1,2$ - faktor koji uzima u obzir prebačaj radne norme radnika u proizvodnji

$K_1 = 0,5$ - kalkulativna stopa izdvajanja za potrebe režije

$K_2 = 0,3$ - kalkulativna stopa za izdvajanje iz dohodka

$K_3 = 0,4$ - kalkulativna stopa izdvajanja za zajedničku potrošnju

2.0. Eksploatacioni troškovi rada (T_e), tresaća iznose:

$T_e = T_a + T_o + T_{eA} + T_{ko} + T_{rs} = 0,7 + 5,572 + 0,1 + 1,72 + 6,12 = 14,212 \text{ €/h}$

2.1. Troškovi amortizacije (T_a) su:

$T_a = T_{NC} / V_t = 8500 / 12250 = 0,7 \text{ €/h}$,

2.2. Troškovi održavanja (T_o) su:

$T_o = T_{IO} + T_t + T_{DT} + T_{ob} = 2,267 + 0,416 + 2,834 + 0,055 = 5,572 \text{ €/h}$,

gde su: *Troškovi investicionog održavanja* (T_{IO}) su: $T_{IO} = (0,05 - 0,12) T_{NC} = 0,08 \cdot 8500 = 680 \text{ €/god.}$

odnosno, uzimajući u obzir 300 h rada godišnje, $T_{IO} = 2,267 \text{ €/h}$,

Troškovi tekućeg održavanja (T_t) su: $T_t = T_{NC} \cdot p / V_t = 8500 \cdot 0,6 / 12250 = 0,416 \text{ €/h}$,

Troškovi delova koji se troše (T_{DT}) su: $T_{DT} = (0,06 - 0,15) T_{NC} = 0,1 \cdot 8500 = 850 \text{ €/god.}$
odnosno za 300 časova iznose 2.834 €/ha.,

Troškovi obuke održavaoca (T_{ob}) su: $T_{ob} = (0,004 - 0,015) (T_{IO} + T_t + T_{DT}) =$
 $= 0,01 (2,267 + 0,416 + 2,834) = 0,055 \text{ €/h}$.

2.3. Troškovi energije (T_{eA}) su:

$T_{eu} = T_m =$ usvaja se 0,1 €/h.

2.4. Troškovi kamata i osiguranja (T_{kos}) su:

$T_{ko} = T_k + T_{os} = 1,02 + 0,7 = 1,72 \text{ €/h}$, gde su:

gde su: *Troškovi kamata na investiciona ulaganja u opremu* (T_k) su:

$T_k = S_{SR} \cdot k = 5100 \cdot 0,06 = 306 \text{ €/god.} = 306 / K_M = 306 / 300 = 1,02 \text{ €/h}$,

gde je: $S_{SR} = V_K (g+1) / 2g = 8500(5+1) / 10 = 5100$ - srednja vrednost osnovnih sredstava,

Troškovi osiguranja osnovnih sredstava (T_{os}) su:

$T_{os} = T_{NC} \cdot k_{OS} = 8500 \cdot 0,025 = 212,5 \text{ €/god.} = 212,5 / K_M = 212,5 / 300 = 0,7 \text{ €/h}$,

2.4. Troškovi radne snage (T_{rs}) su:

$T_{RS} = 2 \cdot S \cdot R \cdot (1 + K_1 + (1 + K_1) \cdot (K_2 + K_3)) = 2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot (1 + 0,5 + (1 + 0,5) \cdot (0,3 + 0,4)) = 6,12 \text{ €/h}$.
 potrebna su dva radnika za pridržavanje platna za skupljanje otrešenog voća
 Ukupni eksploatacioni troškovi rada agregata: traktor+tresač iznose: 21,846 €/h

3.0. Ekonomičnost branja višanja agregatom: traktor+tresač

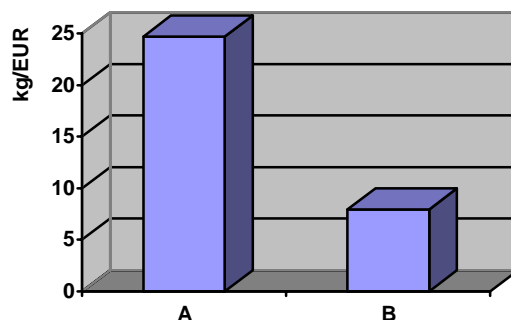
Analiza je obavljena za naznačen prinos i vremenski period tresaња višanja od 38.52 h/ha (slika.3)

$$E_{BT} = Q / T_{BT} = 20\,655 / 835,6$$

$$E_{BT} = 24,7 \text{ kg/€}$$

gde je: $Q = 20\,655 \text{ kg/ha}$ -ostvareni prinos,

$$T_{BT} = t_{BT} \cdot T_{RS} = 38,25 \cdot 21,846 = 835,6 \text{ €/ha} - \text{troškovi proizvodnje,}$$



Slika 3. Ekonomičnost branja višanja (A-tresačem, B-ručno)

Za konkretni slučaj za branje jednog kilograma višanja sa tresačem potrebno je obezbediti 0,0405 €/kg, dok pri ručnom branju plodova treba obezbediti 0,126 €/kg.

4.0. Ekonomičnost branja višanja ručno

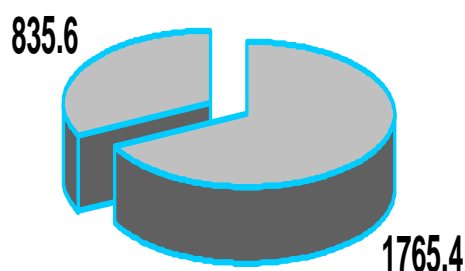
Analiza je obavljena sa istim prinosom s tim što je razmatran slučaj gde je uzeto da je potrebno 850 h/ha ručne radne snage.

$$E_{BR} = Q / T_{BR} = 20\,655 / 2601$$

$$E_{BR} = 7,94 \text{ kg/€}$$

gde je: $T_{BR} = t_{BR} \cdot T_{RS} = 850 \cdot 3,06 = 2601 \text{ €/ha}$ - troškovi proizvodnje,

Prema tome primenom tresača voća "TTV-Morava" u agregatu sa traktorom IMT-539, u branju višanja mogu se ostvariti znatne ušteda u odnosu na ručno branje voća,(slika 4).



Slika 4: Šematski prikaz ušteta prilikom branja višanja tresačem

Pri ručnom branju višanja troškovi iznose 2601 €/ha, a pri ubiranju istog voća, na istoj površini uz primenu tresača troškovi iznose 835.6 €/ha, što čini uštedu od 1765,4 €/ha. Ova razmatranja mogu se sprovesti i za druge vrste voća, s tim što kod krupnijih plodova, šljive i kajsije uštede su manje zbog mogućnosti većeg efekta ručnog branja krupnijih plodova, odnosno manjeg angažovanja radne snage izražene u h/ha koje su bliske vrednosti od 450 h/ha.

5. ZAKLJUČAK

Za racionalno ubiranje voća, prvenstveno koštićavih plodova neophodno je korišćenje adekvatne mehanizacije, pre svega tresača voća sa odgovarajućim podsistemima za skupljanje otrešenih plodova i njihovom manipulacijom. Ovakvim načinom ubiranja znatno se smanjuje agrotehnički rok, zavisnost od ljudske radne snage, i troškovi branja. Ekonomski pokazatelji su od presudnog uticaja na primenu mehanizacije za ubiranje koštićavog voća koji ukazuju na konkretnom primeru da su troškovi mehanizovane berbe, odnosno uštede u odnosu na ručno branje znatne i kreću se oko 3.1 puta. Dalji razvoj mehanizacije treba da se kreće u povećanju ovog odnosa, sa jedne strane i postizanje što manjih gubitaka, sa druge strane.

6. LITERATURA

- [1] Veljić, M.: Tehnološki procesi mehanizovane poljoprivrede, Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd, 1997.
- [2] Pozhidaeva, V.: 2004, Symptom Parameters to Vibrodiagnostics to Gear Mesh of Mining Mechanization Runing, Annual of University of mining and geology "St. Ivan Rilski"-Sofia, part III: Mechanization, Electrification and Automation in Mines, Vol.47, pp43-46.
- [3] Pozhidaeva, V.: 2004, Symptom Parameters to Vibrodiagnostics to Motors of Mining Mechanization Runing, Annual of University of mining and geology "St. Ivan Rilski"-Sofia, part III: Mechanization, Electrification and Automation in Mines, Vol.47, pp47-50.
- [4] Živković, D.: Poljoprivredna tehnologija, VTŠ-Zrenjanin, Zrenjanin, 2003.

Milan Veljić, Dragan Živković

CONTRIBUTION TO DETERMINATION OF TREE FRUIT HARVESTER'S ECONOMIC EFFICIENCY

Summary: *Tree fruit harvesting, as compared with land cultivation, pruning, fertilization and protection of fruit processes, takes longer period of time to implement and produces higher expenses witch implies higher fruit prices. Possibilities of mechanized fruit harvesting application using tree fruit harvesters are analyzed in this paper regarding benefits of their application. Besides harvesting operation time structure, comparative data for estimation of harvesting process economic efficiency are given for mechanized and manual tree fruit harvesting at given conditions.*

Key words: *fruit harvesting, mehanization, economic efficienci*

31. JUPITER KONFERENCIJA
31st JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



11. simpozijum

MENADŽMENT KVALITETOM

Zlatibor, april 2005.

MENADŽMENT KVALITETOM **QUALITY**

Bretcu, A. BREAKTHROUGH IN GETTING QUALITY	5.6
Bretcu, A. COMPETITIVE GLOBAL QUALITY	5.10
Crnojević, C., Skoko, D. O NEKIM POJAVAMA KOJE UTIČU NA RAD PNEUMATSKOG KOMPARATERA	5.14
Đekić, I. ODRŽIVI KVALITET PROIZVODA - PRIMENA LCA	5.22
Dimitrijević, P., Vučićević, M., Popović, Ž. POBOLJŠANJE KVALITETA PROIZVODA KROZ SISTEMSKU ANALIZU PROJEKTA	5.18
Kanjevac, K. CE OZNAČAVANJE I SISTEM MENADŽMENTA KVALITETOM	5.26
Kokić Arsić, A., Kokić, M. INTEGRALNO DEJSTVO MEDJUNARODNIH STANDARDA I PROPISA NA RAZVOJ SRPSKE INDUSTRIJE MOTORNH VOZILA	5.30
Majstorović, V. KA INTEGRISANIM MENADŽMENT SISTEMIMA	5.1
Mijanović Markuš, M. SMJERNICE ZA MJERENJE ZADOVOLJSTVA KUPCA	5.34
Romić, L., Mečanin, V. TEHNOLOŠKE INOVACIJE KAO PODSTICAJ RAZVOJA KOMUNIKACIJA/INFORMACIJA FINANSIJSKIH IZVEŠTAJA I VICE VERSA	5.38
Šljivančanin, M., Tešić, M. POKAZATELJI KVALITETA OBRADNE GRANITNOG RADNOG STOLA ZA LASERSKI MERNI SISTEM	5.44
Vidojković, S., Grujić, B. PRIMENA SAVREMENIH STANDARDA ZA KVALITET PARE NA TURBINAMA TERMOENERGETSKIH OBJEKATA	5.54
Vukas, S. ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI PROJEKTOVANJA SISTEMA UPRAVLJANJA KVALITETOM PO MERI ORGANIZACIJA ČIJA JE DELATNOST ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ	5.49

[**← NAZAD**](#)



**KA INTEGRISANIM MENADŽMENT SISTEMIMA
TO INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEMS**

Pregledni rad

Prof. dr Vidosav D. MAJSTOROVIĆ, dipl.maš.inž.
Mašinski fakultet, Beograd

Rezime: Današnje tendencije u procesima standardizacije u poslovnim sistemima se ogledaju u intenzivnom širenju standarda na globalnom nivou, koji se odnose na različite menadžment sisteme unutar jedne organizacije (kvalitet, zaštita okoline, bezbednost, ...). U njihovoj primeni se postavlja osnovno pitanje, kako ih povezati. Postoje različiti prilazi ovoj problematici a ovaj rad razmatra strategije integracije za ove namene. U njemu su takođe dati i rezultati naših istraživanja u ovoj oblasti.

Ključne reči: Kvalitet, Integracija, Standardizacija.

Summary: Standardization processes in business systems are expanding intensively primarily through the global development of standards relating to different management systems within individual organizations (quality, environment, safety, etc.). The essential question put forward in their application is how to connect them. There exist different approaches in dealing with this problem and the paper discusses the integration strategies for this purpose. The paper also includes the results of research in this field.

Key words: Quality, Integration, Standardization.

1. UVODNE NAPOMENE

Teorija i praksa menadžmenta kvalitetom u svetu je doživela ogromne promene u poslednjoj dekadi a one se najviše ogledaju u promeni odnosa prema zahtevima za kvalitet kupaca i/ili interesnih grupa organizacije, na čemu se zasnivaju standardi ISO 9000 i modeli poslovne izvrsnosti (BE). Danas je zadovoljenje zahteva kupaca sasvim uobičajena stvar a ispunjenje njegovih očekivanja (koja po pravilu nisu definisana) je cilj koga treba ostvariti. Pored kupaca, odgovarajuće koristi se moraju realizovati i za ostale interesne grupe organizacije, kako finansijske tako i ne-finansijske. Tako na primer, sve interesne grupe zahtevaju obezbeđenje efektivnog upravljanja zaštitom životne sredine, zdravstvenom zaštitom i bezbednošću zaposlenih, ergonomskih, informacionih i socijalnih sistema u organizaciji.

Svi ovi zahtevi, kao i novi, pred istraživače i praktičare kvaliteta postavljaju izazove na koje treba dati odgovore a u vezi

sa sledećim pitanjima: (i) merenje performansi i modeli poslovne izvrsnosti, i (ii) menadžment sistemi i razvoj standarda za njih. Prvi prilaz je usresređen na praćenje, održavanje i unapređenje performansi organizacije, dok se drugi odnosi na specifične menadžment sisteme (SMS) podržane standardima za: (i) kvalitet (ISO 9000:2000), (ii) zaštitu okoline (ISO 14001:2004), (iii) zaštitu zdravlja i bezbednosti zaposlenih (BS 8800 / OHSAS 18801), (iv) raspoloživost (IEC 60300), (v) zaštitu informacionih sistema (BS 7799 : 2002 / ISO/IEC 17799), i (vi) socijalnu zaštitu zaposlenih (SA 8000). Prateći procese integracije, zahtevi za poslovnom izvrsnošću (BE) podrazumevaju uravnoteženje izmenju zahteva specifičnih menadžment sistema i zahteva interesnih grupa organizacije. Međutim put za ostvarivanje ovih integracija nije lak, jer se na njemu nalaze izazovi na koje treba dati adekvatne odgovore, a oni se odnose na: (i) definisanje zajedničke osnove za različite poslovne funkcije (specifične menadžment sisteme), (ii) mogućnost

gubljenja karakterističnih elemenata indentiteta funkcije u slučaju da se ne izvrši integracija, što se posebno odnosi na kvalitet, zaštitu okoline i zaštitu zdravlja i bezbednosti zaposlenih, (iii) visoki troškovi parcijalnih audita u slučaju kada on nije integrisan, i (iv) definisanje indikatora u metodologijama audita pomoću kojih će se omogućiti praćenje, ocena i unapređenja sistemskih parametara integrisanog menadžment sistema (IMS) a u odnosu na SMS.

U radu se daju osnovne postavke integracije SMS u IMS, a ovaj rad podržavaju reference [1 - 9].

2. POSTAVKA OSNOVA ZA RAZVOJA IMS-a

Dosadašnji razvoj menadžment infrstrukture organizacija se može definisati preko četiri generacije: (i) prva generacija 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 tradiconalni 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. Osnovni 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) treću generaciju čine menadžment modeli zasnovani na cross - 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), kako međunarodnim tako i nacionalnim standardima, i (iv) poslednju generaciju čine menadžment modeli koji povezuju nivoe organizacije: operativni, strategijski i normativni menadžment. Navedeni menadžment nivoi 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.

Ovde je važno uočiti da menadžment stil treće generacije odgovara razvoju i primeni integrisanih menadžment sistema. Međutim, u našoj zemlji, u primeni su praktično prvi i drugi menadžment stil, što znači da u našim uslovima i menadžment stil tih organizacija predstavlja ograničenje za bržu difuziju integrisanih menadžment sistema u našu privredu. Razvoj integrisanih menadžment sistema i njihova integracija sa TQM (menadžment totalnim kvalitetom) je posebno istakao pitanje "generisanja proizvoda" na različitim nivoima organizacije kompanije. Menadžment kompanija treba da za kupce i interesne grupe (zaposleni, vlasnici, poslovni partneri/isporučioc, društvo) "generiše proizvod" i upravlja "njegovim kvalitetom". Ovo je posebno važno iz ugla kupca zbog toga, što se javljaju konfliktni interesi između različitih interesnih grupa. Principi menadžmenta kvalitetom (QM), kao dobra menadžment praksa, mogu u ovoj oblasti poslužiti za izgradnju sistema menadžmenta kompanije.

Kadra se izvrši detaljna komparacija razvoja teorije menadžmenta i TQM/BE prilaza iz ugla menadžmenta, kao osnove za projektovanje i razvoj IMS-a, doći ćemo do sledećih pokazatelja: (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 reinženjersvo 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.

Istraživanja pokazuju da postoji vrlo visoka korelacija između razvijenih i primenjenih menadžment koncepata i TQM infrastrukture i njenih elemenata. Ove činjenice govore da i pri projektovanju IMS-a, poželjno je uzeti kao osnovu TQM/BE model, što je dosadašnja praksa pokazala kao dobar prilaz. Kada posmatramo organizacije sa sertifikovanim QMS-om, one takođe imaju i druge (neformalizovane) menadžment sisteme, koji su manje strukturisani. Međutim pri razvoju IMS-a, poželjno je sve njih povezati u jednu celinu 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 integrisani menadžment sistem će biti jedna od ključnih karakteristika organizacija u novom milenijumu.

Možemo konstatovati da je današnji trend u svetu, razvoj specifičnih menadžment sistema podržanih standardima, kao što su: ISO 9001 : 2000 (QMS), ISO 14001 (EMS), BS 8800/OHSAS 18001 (OHSMS), IEC 60300 (D), BS 7799:2002/ISO/ IEC 17799 (IS), SA 8000. Pored ovih u organizacijama egzistiraju i nerformalizovani

(nestandardizovani) menadžment sistemi, kao što su: finansije, kadrovi, kupci, informacioni sistem, računovodstvo, inovacije, logistika, marketing i drugi. Polazeći od svega navedenog, integrisani menadžment sistem organizacije predstavlja jedinstveni menadžment model koji obuhvata: opšte menadžment modele (neformalizovane menadžment sisteme) i formalizovane (standardizovane) menadžment modele.

Iskustva u primeni IMS-a govore da postoje tri načina projektovanja, razvoja i primene integrisanih menadžment sistema u organizaciji: (i) dodavanje, (ii) nadgradnja, i (iii) integracija. 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 prepoznatljiviji. 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.

Na kraju možemo izvesti sledeće zaključke: (i) svaka organizacija mora da definiše sopstveni strateški plan razvoja integrisanog menadžment sistema, i (ii) da

projektuje sopstveni generički menadžment model, koji će biti osnova za razvoj njenog integrisanog menadžment modela.

3. JEDAN PRILAZ PROJEKTOVANJU IMS – a

Liberalizacija tržišta, globalna kompetencija i sve oštriji zahtevi kupaca, od organizacija zahtevaju restrukturiranje u male i fleksibilne celine sposobne da brzo odgovore na nastale promene u okruženju i nove zahteve kupca. Svi ključni poslovni procesi (kojima se ispunjavaju zahtevi kupca) i planirani ciljevi za njih, se definišu i raspoređuju na nivo radnog mesta. Utvrđivanje strateškog poslovnog plana se vrši korišćenjem benčmarking metodologije. Prepoznavanje i definisanje ključnih (glavnih) procesa se zasniva na: njihovom projektovanju i planiranju parametara za upravljanje i povezivanju sa tehnološkim procesima i karakteristikama kvaliteta procesa i proizvoda. Efektivni alat za uspostavljanje osnove za projektovanje, razvoj i primenu integrisanog menadžment sistema, predstavlja višenivoski model strateških ciljeva, vizije, misije i procesa organizacije. Raspoređivanje (deployment) u modelu se vrši po vertikali i horizontali organizacije, od top menadžmenta do pojedinca. Baza ovog modela su ciljevi, koji predstavljaju osnovnu metriku za merenje efektivnosti QMS-a, odnosno integrisanog menadžment sistema, na osnovu koje se definiše i program kontinualnih unapređenja.

Može se reći da polazni element kao efektivni alat za uspostavljanje osnove i zadovoljenje zahteva za projektovanje, razvoj i primenu integrisanog menadžment modela organizacije predstavlja višenivovski model (strateških) ciljeva vizije, misije i procesa organizacije. Raspoređivanje (deployment) ciljeva u ovom modelu se vrši: (i) po horizontali (formalizovanih/neformalizovanih menadžment sistemima), i (ii) vertikali (od top-menadžnta do svakog zaposlenog. Sve ovo znači da strukturisani višenivovski model ciljeva organizacije predstavlja baznu metriku za primenu integrisanog menadžment sistema.

Teorija i praksa primene IMS-a definiše sledeće faze razvoja i primene ovih

sistema: (i) definisanje jedinstvene politike kvaliteta, zaštite životne sredine, bezbednosti i zaštite zdravlja zaposlenih. Iz strategije, vizije i misije organizacije, sa jedne strane, i zahteva ovih modela, sa druge strane, definiše se integrisana politika. Ona predstavlja okvir za primenu ovih sistema i bazu za definisanje ciljeva koji se ostvaruju tom primenom, (ii) planiranje elemenata kvaliteta, programa zaštite životne sredine, bezbednosti i zaštite zdravlja zaposlenih, kao i ciljeva, zajedničkih i parcijalnih MS, predstavljaju elemente faze 2. Ovi planovi predstavljaju okvir za primenu ovih sistema u praksi, (iii) sledeću (treću) fazu predstavlja projekat primene integrisanog menadžment sistema. Ovaj projekat se radi prema standardu ISO 10006, a obuhvata: definisanje modela, dokumentacije, međusobno povezivanje, upravljanje dokumentacijom, upravljanje procesima i obuka zaposlenih, i (iv) četvrta faza obuhvata provere i korektivne akcije koje se odnose na integrisani menadžment sistem, a sadrži: proveru procesa i opreme, praćenje i merenje, neusaglašenosti, korektivne/preventivne akcije, zapise i integrisani audit. Posebno važan aspekt ove faze je razvoj modela integrisanog audita za organizaciju, gde se dobija jedinstven model ocenjivanja, (v) pretposlednju fazu čini model preispitivanja integrisanog menadžment sistema. Na današnjem nivou razvoja, standardom je definisan model ISO 19011, koji obuhvata QMS i EMS. Drugi elementi sada nisu objedinjeni, što će se u bliskoj budućnosti sigurno i dogoditi, pa se sada organizacijama ostavlja da same razviju integrisani model za planiranje i izvođenje preispitivanja, i (vi) kontinualna unapređenja uspostavljenog modela integrisanog menadžment sistema su poslednja faza u njihovom razvoju za primenu. Važno je napomenuti da samo standardi QMS imaju implicitno iskazan ovaj zahtev, dok ostali menadžment modeli (EMS, OHSMS) još uvek ne sadrže ovu odrednicu. Međutim, važno je za unapređenje modela integrisanog menadžmenta u praksi ovaj koncept kontinualnih unapređenja primeniti, koristeći pokazatelje za poređenje troškova, benčmarking karakteristike ili karakteristike izabranog TQM modela. Na ovaj način,

konsekventno primenjujući analizirane faze, uspostavlja se model integrisanog menadžment sistema u organizaciji.

4. INFORMACIONA INTEGRACIJA IMS-a

Upravljanje integrisanim menadžment sistemima se zasniva na projektovanju, primeni i kontroli njihovih zahteva, što se sprovodi pomoću dokumentacije koja ove procese podržava. Zato se može reći da njihova dokumentacija, definiše manji ili veći stepen integracije ovih sistema u primeni. S obzirom na to da se radi o informacionom sistemu za upravljanje IMS-o, danas se sve više za njegovo projektovanje koristi IDEFO model, koji je prvobitno bio razvijen za klasične poslovno-proizvodne informacione sisteme. Polazeći od IDEFO modela, definisan je i model procesa u QMS-u [1, 6 - 8]. Opšti IDEFO model aktivnosti (elementarnog procesa) ima: (i) definisane (određene) ulaze, (ii) definisane (određene) izlaze, (iii) parametre upravljanja, i (iv) resurse. Kada se IDEFO model primeni na upravljanje procesom proizvodnje gotovog proizvoda, dobiće se i model "ključnog" ili "glavnog" procesa za QMS, odnosno integrisani menadžment sistem. Ona predstavlja prvi nivo frejma za integraciju dokumentacije IMS-a. Na drugom i trećem nivou ova dokumentacija se razlaže do nivoa zapisa. Dakle, može se konstatovati da integrisani menadžment sistem usložnjava informacionu infrastrukturu. Zbog toga je izuzetno važno da njegova dokumentacija bude optimalna po broju i obimu. Polazeći od toga, prikazuje se struktura i model povezivanja dokumentacije integrisanog menadžment sistema koja u primeni omogućuje: (i) integraciju zahteva za IMS u praksi, (ii) povezivanje klasičnog menadžment modela organizacije sa cross-funkcionalnim modelom, i (iii) povezivanje poslovno proizvodnog i IMS informacionog sistema na nivou baze podataka. Na ovaj način se svakoj organizaciji daje okvir za razvoj sopstvenog modela dokumentacije, koji mora poštovati sve njene specifičnosti i dobru praksu iz ove oblasti.

5. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Napred izloženo nam govori da IMS sve više postaju realnost a ne samo objekat istraživanja u/ili teorijskih razmatranja. Nažalost za našu zemlju ovo su još uvek samo početna iskustva. Međutim, kako se procesi standardizacije menadžment sistema na globalnom nivou ubrzavaju [6-8], to će se oni po principu spojenih sudova brzo preneti na našu privredu, posebno u kontekstu našeg približavanja EU. Iz tih razloga je jako važno stalno domaćoj javnosti, posebno privrednim subjektima govoriti i ukazivati na ove procese. Imajući sve navedeno u vidu, ovaj rad treba shvatiti kao doprinos autora tim naporima.

LITERATURA

- [1]. N. N., *A Better Way – BSI Management Systems*, London, 2004.
- [2]. N. N., *QMS – ISO 9001:2000*, BSi, London, 2004.
- [3]. N. N., *EMS – ISO 14000:2004*, BSi, London, 2004.
- [4]. N. N., *OH&S – OHSAS 18001*, BSi, London, 2004.
- [5]. N. N., *IS – Information Security*, BSi, London, 2004.
- [6]. Metzinger, F., *Environment Assessment of Enterprises by Using "The Euro Green Key"*, UN, Geneva, 2003
- [7]. N., N., *New Approach to Integrated Management Systems Certification*, UN – ESC, Geneva, 2003.
- [8]. N., N., *Integrated Management System*, UN – ECE, Geneva, 2003.
- [9]. Majstorović, V., *Kako projektovati i razviti integrisani menadžment sistem*, Pregledni rad, IV Konferencija o kvalitetu "Ekologija i veza sa menadžmentom kvaliteta", Regionalna privredna komora Zrenjanin, Zrenjanin, 2004.



BREAKTHROUGH IN GETTING QUALITY

Conf.univ.dr.Angela Bretcu
Univ.Eftimie Murgu Resita

ROMANIA

Abstract

The paper approaches a method of implementing total quality, the stages of the method and the ways in which it can be approached at the level of an organisation by means of the total quality management. The paper presents the advantages of applying the method, the domain where it may be applied and its modality of action. It also explains the focus laid on the correction of fluctuations, instability and imprecisions at the place of work where break is applied and the effects to be obtained.

Competition has exceeded the local level at present, and has got the character of quality. The national markets have opened and that is why the good, moderate priced products enter the market in any area of the planet. In this respect, the implementation of the total quality management is a requirement for any organization that wants to resist or even to develop on the market. John Welch Jr., the president of General Electric Company declared: "The quality is the best policy of the customers' fidelity, the most efficient defence against foreign competition and the single way towards development and profit"(1)

Due to the importance of this concept, more and more organizations have created in their management structure the position of deputy president for quality. It should be mentioned that the management system of an organization is oriented towards getting results for quality. These objectives complete other objectives of the organization (profit, investments, personnel security). That is why the objectives regarding the quality are many times expressed by achieving the other objectives of the management. The deputy presidents have sufficiently broad authority in order to perform the proper actions to implement the organization's policy in the domain of quality and to systematically and efficiently communicate the responsibilities that belong in this respect to every employee. In the great companies, the implementation of the quality management system is a problem of breadth and requires teams destined for this mission. These teams generally include the manager of quality (the deputy president of organization), leading committees, teams, and sometimes, experts in quality management. Any of these complex teams aim by annual programs at fulfilling their own attributions.

The concerns for implementing the concept of total quality determined the constant development of techniques and instruments by means of which the established objectives should be reached.

M. Asher and G. Kanje inventoried about 100 such techniques and instruments. One of them is the breakthrough.

Breakthrough, a modern technique for implementing the total quality, relies on the manager's creative capacity that, by combining the permanent effort with his method, desires and can continuously improve the activity of the organization.

Breakthrough is a notion whose clear meaning is achievement, progress, advance. Joseph M. Juran, the American professor of Romanian origin explained this concept and he found out that the signification of quality improvement presumes the followings:

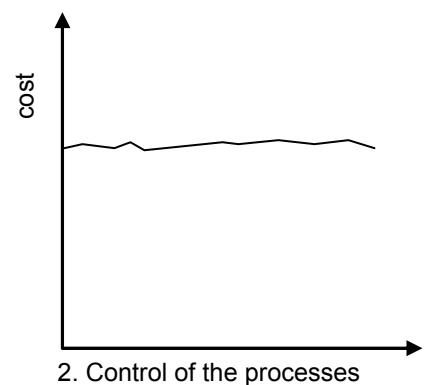
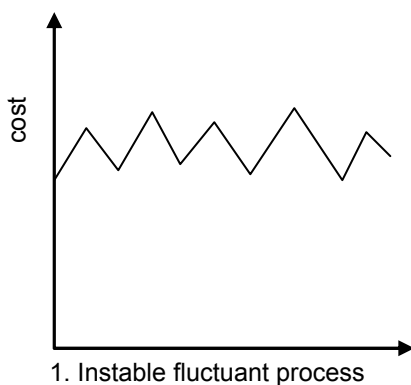
- quality planning aiming at developing the products and processes of the organization regarding its customers' full satisfaction ;
- having quality under control in order to keep some parameter constant, especially in the serial production.
- improvement of quality that represents the motivation of a breakthrough.

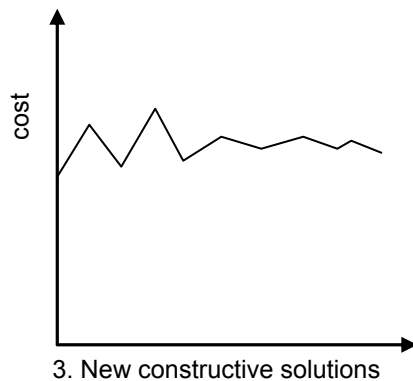
The attentive analysis of the activity that is desired to be improved is requested in this technique for the beginning. A certain fluctuation of the processes that take place, instability and imprecision is usually noticed at these activities liable to correctness. For example, the expenses made at a place of work may have significant variations within broad limits and period of time.

The next stage of the method presumes the day by day constant improvement of the respective activity, so that the fluctuations should gradually diminish. In the above-mentioned example, the expenses kept at a constant level are constantly pursued. This stage is considered finished when the respective process is controlled and well known. Then the next stage follows namely the adoption of a constructive solution, the so called "qualitative leap". The mentioned example represents a solution for decreasing the prices. As this solution is not well controlled, it has broad limits of variation. The process is resumed from the first stage. In this case, a breakthrough is presumed to have taken place.

Breakthrough is therefore a technique that allows the implementation of new solutions, which aims at radical improvement of the activity in the analyzed domain, only after the existent process is well controlled.

The objectives of breakthrough are not limited just to processes or actions, which can be quantified. They can be also approached for objectives aiming at the human resources (matters of training) or activities of reorganization (of certain departments, activities, etc). For example, regarding the human resources, the method is very well applied to the newly employed ones. Therefore, at the beginning, they are remarked by oscillating, unsteady activities with considerable amount of waste and failure. The elimination of inconsistency and the control of processes are desired by unceasing, continuous activity. Once this stage finished, the next one where certain standard of work is aimed at follows it. The method can be applied for the qualified workers when the elimination of waste and reshuffling is desired, or when new technologies are used. It aims therefore, at a management of quality, which approaches the area of non – quality aiming at its significant decrease in a process of work.





The stages of a breakthrough

The breakthrough can be collectively or individually applied for each member of the organization (depending on the activities he has to perform. The collective breakthrough is applied when the work performed is identical, but large fluctuation is noticed between its members regarding the quality, productivity, homogeneity, etc

In order to apply a breakthrough, certain management analyses should be performed by which the following are pursued, such as:

- continuous improvement of the processes and products at the level of each person included in the organization;
- correct assessment of the real situation and the identification of the areas, aspects and processes that require improvement;
- establishing the immediate objectives in order to remedy or improve the hinted aspects;
- personnel involved in the activity of breakthrough should be educated and trained so that they correctly understand and apply the supplied indications;
- analysis of the way the ended stage has reached its target, the process (phase, activity) is well controlled and it is characterized by constancy and efficiency;
- implementation of the “qualitative leap” which may consists in a new approaching, change of solution, modernization, etc;
- as soon as a breakthrough is finished, the previous process is resumed;

Therefore, the breakthrough although presumes the improvement of the activity of an employee, department, etc, the importance of the management of quality is well noticed.

It is the merit of the management whether it promotes the continuous improvement of the quality of the processes and their result. In this respect, the management of the organization should have into view the followings:

- imposing a style continuously advantageous towards improvement
- educating the staff in the spirit of the quality

- constant promotion of the values, attitudes and behaviours which stimulate the quality and its steady improvement
- encouraging the communication and the team work

Consequently, the breakthrough method implies a strategy of the steady improvement, having into view to gradually and continuously improve the quality of the both products and services as well as the productivity and competitiveness by the participation of the whole involved personnel.

Bibliography

Monica Olaru, Management of quality, Economical Publ House, Bucharest, 1999

Constantin Oprean, Claudiu Vasile Kifor, Management of quality, Publ. House „University Lucian Blaga, Sibiu, 2002

Al. Redes, Viorel Petrescu, Total quality, element of reference in the new age of management, ASE, Bucharest, 1995

Ph. Kotler, Manag mark, Publishing house „Teora”, Bucharest, 1999



COMPETITIVE GLOBAL QUALITY

Conf. Univ. Angela Brețcu
Univ. Eftimie Murgu Resita

R
O
M
A
N
I
A

Abstract

The paper analyses a relatively new concept, that of competition global quality. It lists and looks into the main dimensions of this quality. This analysis reveals the advantages of the involvement of total quality management in this laborious activity and the beneficial results that may be reached. The paper also highlights the aspect of globality and the competition aspect, i.e. the way quality should be approached at an organisation's level.

The general notion of competitive global quality represents a syntagm that expresses the quality of a product as well as the modality which the managers of the organizations should approach this quality. The aspect of globalization emphasizes the manner this notion should be approached; they associate themselves to each stage of a product cycle of life by identifying the corresponding functions and features, and the internal and external factors that influence the organization.

The competitive advantage that this notion emphasizes completes the sphere covered by the competitive global quality, underlining, in this way, the total satisfaction of the demands that all the involved factories have from the analyzed organization in a way

In this concept, "the quality becomes a strategical notion, which, due to the assembly of its dimensions, allows to get systematically a value of the product for its entire cycle of life in the way that this one is expected by the customers and suppliers according to the demands of each party interested and involved in the life cycle of the product (customers, manufacturers, sub-suppliers, competitors, protection authority of the customers and environment, juridical body, management and governmental bodies, quality certification bodies, etc.), all these integrating within the frame of a global system where the relational principle – profits for every one appears prevalently" (Constantin Oprean, Claudiu Vasile Kefor, Time Management of Quality, Publishing house "Lucian Blaga" University, Sibiu, 2002). The whole internal and external factors that act on an organization and influence the quality of its products and services impose its real dimensions to the competitive global quality. They are such as:

- The product should meet a certain social need;

-
- The product policy of the organization should be the satisfaction of the customer's needs;
- Conformity with the international standards;
- Conformity with the legal demands of the society;
- Observation of the contractual clauses;
- Obtaining of products/services on terms of economical efficiency;
- Keeping the quality under control by the organization level;
- Constant research activity for permanent improvement;

1. The product should meet a certain social need,

The orientation to the customers' demands makes the organizations be concerned with getting products and services that meet a certain social need. The need – individual or collective, rational or emotive, real or latent – appears as a consequence of a discrepancy between the real availabilities and the desired ones. When these needs are made aware and well expressed, a chain of activities may occur, due to which a product, which is wanted to extinguish the initial necessities and needs, is performed accordingly. This product is wanted to extinguish the needs by means of its properties (physical, functional, aesthetical, ergonomical, etc). The satisfaction of human needs and necessities represents a basical dimension of the quality that a product/service owns, being actually the reason for performing the respective product or service.

2. The customers of organization are external and internal.

The external customers are the segment of population that represents the target of organization. The notion "orientation towards customer" typical for the latest decades, has become an obsession for the organizations aware that the survival on long or short term is possible only by adapting the products or services to the customers' needs. In this respect, the quality is what the customer wants, not what the organization considers that it is better for him. The attention focused on the customer implies the following activities;

- the achievement of a professional marketing department, which should properly understand the customer's expectations related to the product and its features
- the proper analyze of these expectations made by the management body that is responsible for the implementation of the total quality; (harmonization of the customers' needs with the society, local community, involved organization, the check of the real possibilities and capacity to meet these demands, etc).
- the conceiving of a network of connections with other departments in organization in order to take over the project and to transpose the customers' demands in specifications
- maintaining some subtle connections with the customers also after selling, checking the modality in which the customers' expectations have been met. The behaviour aspects of the customers shouldn't be forgotten such as:
 - they are over-particular
 - keen on newness and curious
 - they are interested to tell their desires and they like to be listened
 - they haven't got technical or economical knowledge in order to express clearly their desires

The internal customers are also important for an organization in order to obtain the success. The total management of quality acts to determine the personnel to have a feeling of trust and attachment for the organization. This one should be materially and spiritually motivated to achieve the proposed objectives. Besides that the success of a product or service on the market brings to the personnel the profit needed for its existence, the greatest the self-content and satisfaction with which the staff perceive the customers' satisfaction, the greater its responsibility and contribution to create the respective product and service. On the other hand, the management incapacity to satisfy the internal customers and make them responsible can generate major malfunctions at the level of organization, materialized in much difference between the customer's expectations and the offered product.

3. The conformity with the international standards

Due to the present competition, those solutions that allow performing products and services that meet the customer's needs at available prices are needed to be found. On the other hand, the problem of the environment protection is more and more acute. In order to achieve this objective, the standardization tries to find the limits within which certain processes can develop, figures that show on one hand, the minimal quality that should penetrate the market, and on the other hand, the limitation of the consequences generated by pollution to reasonable values that are not harmful for the environment.

These limits differ from a country to another, as the differences are imposed by the level of technical and scientific development. Globally, an alignment of standards is tended aiming the highly developed countries. This is a requirement derived from the imperative of aiming the progress, the technical and technological achievements with a strong impact in the world economy.

4. The conformity with the legal demands of the society

The set of laws, standards and other legal regulations represent national and international instruments destined to lay down the social relationship within a national or international community. The domain of quality is broadly regulated by law, which defines the juridical responsibility of those who manufacture and sell products and services. The responsibilities attributed to the organizations in this field should attentively pursued, as the organizations' reputation and morality, which have a high impact on the customers' perception and their interest in the product, depends on the modality they behave under this aspect.

5. Observation of the contract clauses

The relationship of the organization with its suppliers and customers should be defined by the same principles of quality that characterize the other fields of activity as well. The compliance with the assumed terms, the demanded quantity for a competitive price are mainly important. The growth of the relationship between supplier – customer in the sense of a cooperation of quality gives aspects of efficiency and competitiveness to the whole process of production.

6. Obtaining of products/services on terms of economical efficiency

The achievement of the profit represents the main criterion of performance of an organization as well as the essential condition of its existence. Being dependent on the sold production, the profit is a dimension of the quality, as a product of quality means satisfied users and consequently, sales positively expressed by the indicators of profitability. To obtain products under condition of profit represents an aspect of the quality, a dimension for which the first user is the organization that manufactures them.

7. Keeping the quality under control by the organization level

The fact of obtaining high quality products shouldn't be sporadic but a permanent and constant one. The permanency of the process represents the main impulsion factor of certain organizations within modern economical world. Thus, the marking of the products expresses the guaranty of its source and consequently of the marked product quality. In other words, the mark becomes the guaranty of the constant quality of a product under that mark, for the customer. The high and constant quality of the products of mark is the reason for which the customers turn their attention on them and their preference towards this segment of products. On the other hand, the orientation of the organizations activity towards constant system of quality is also appreciated by the governmental policies that set up national and international prizes for quality (the prize Deming – Japan, Malcom Baldrige – USA). The certification and homologation of quality have turned the customers' attention towards those organizations, which perform a constant, and sustained activity to promote the quality and give priority to the programs that continuously improves their activity.

8. Constant research activity for permanent improvement

Continuous improvement has as result products with characteristics that are better than the competitors' ones. The organization gains thus an advantage in competition with positive consequences. This aspect induces condition of competition in every activity, aiming to high efficiency and more performance regarding the quality characteristics of the manufactured products.

All these eight dimensions specify the competitive global quality according to ISO 9000, where the expectation mentioned in these dimensions represent, in fact, “the satisfaction of the demands for the product”.

Bibliography

- Constantin Opera, claudiu Vasile Kefor. Management of quality, Publishing house Universitatea “Lucian Blaga”, Sibiu, 2002
- Marieta Olaru, Management of quality, Publishing house Economica, Bucuresti, 1999
- Philip Kotler, Management of marketing, Publishing house Teora, Bucuresti,2002



Cvetko Crnojević, Dragiša Skoko¹

O NEKIM POJAVAMA KOJE UTIČU NA RAD PNEUMATSKOG KOMPARATERA

Rezime: U radu se analiziraju neke pojave koje utiču na rad pneumatskog komparatera koji služi za kontrolu visokoserijski proizvedenih mašinskih elemenata. Posebno se analiziraju: domen primene, pojava diskontinuiteta pritiska, uslovi formiranja naslaga prljavština na izlaznoj mlaznici i pojava fluktuacije merene geometrijske veličine usled fluktuacija pritiska u diferencijalnom pneumatskom komparateru. U tom cilju napravljena je laboratorijska instalacija koja omogućava analizu navedenih pojava. Eksperimentalni rezultati koji su dobijeni u potpunosti odgovaraju u literaturi poznatim podacima i analizama.

1. UVOD

Intenzivan razvoj pneumatskih mernih sistema za kontrolu dimenzija počinje pedesetih godina XX-og veka. Od tada do danas princip merenja ostaje isti, a uređaji koji se koriste u mernom sistemu stalno se usavršavaju, tako da je danas postignut zavidan nivo razvijenosti ovih sistema, a ostvarena preciznost merenja-kontrole dimenzija je do delova mikrometra. Osnovu ovih uređaja čini pneumatski komparater, tzv. diferencijalni merni uređaj, sastavljen od merne i referentne grane, sa stišljivim strujanjem vazduha. U mernoj grani pritisak vazduha se menja u funkciji kontrolisane dimenzije komada, a referentni pritisak ostaje konstantan. Detaljno opisani principi rada pneumatskog komparatera mogu se naći npr. u referencama [1] i [2]. Pneumatski komparateri ne daju apsolutnu vrednost neke merene dužine već njenu relativnu vrednost u odnosu na etalon, tako da su ovi merni uređaji veoma praktični za kontrolu proizvedenih mašinskih elemenata. Primene pneumatske metrologije za kontrolu dimenzija mašinskih elemenata ili sklopova su brojne, a nezamenljivu ulogu imaju u kontroli visokoserijskih industrijskih proizvoda, kao npr. u automobilskoj industriji. Sa ovim sistemima mogu se podjednako dobro kontrolisati ravne i zakrivljene površine, spoljašnje i unutrašnje mere, jednostavne i složene geometrije, cilindričnost, konusnost i paralelnost površina. Brojni klasični i aktuelni primeri primene pneumatskih metroloških sistema mogu se naći na sajtu jednog od vodećih svetskih proizvođača ovih mernih sistema – francuske firme »ETAMIC« (ref. [3]).

Iako je princip rada pneumatskog komparatera jednostavan brojna istraživanja su pokazala da na kvalitet i opseg merenja, osetljivost, kvalitet mernog signala i odziv sistema i td. utiču mnogi faktori. Tako npr. u radovima [2] i [4] je dat uticaj geometrije izlazne mlaznice za vazduh na polje pritiska, uticaj prečnika mlaznice merne komore na osetljivost i pozicije kritičnog preseka (strujni presek u kome je Mahov broj jednak jedinici), ref. [2]. U radu [5] je ukazano na problem intenziteta šuma mernog signala pritiska nastalog u mernoj komori diferencijalnog uređaja izazvanog promene položaja mernog mesta pritiska. Dobro je poznato da se pneumatska metrologija koristi za veoma mala rastojanja između izlazne mlaznice i kontrolisanog komada, u intervalu 100 do 300 mikrometara. Povećavanjem ovog rastojanja, polje pritiska postaje nelinearno, a prema [2] i [6] može doći do diskontinuiteta na krivoj pritiska, što upućuje na zaključak da je primena pneumatske metrologije u području rastojanja na kojima se javljaju diskontinuiteti pritiska nesvršishodna.

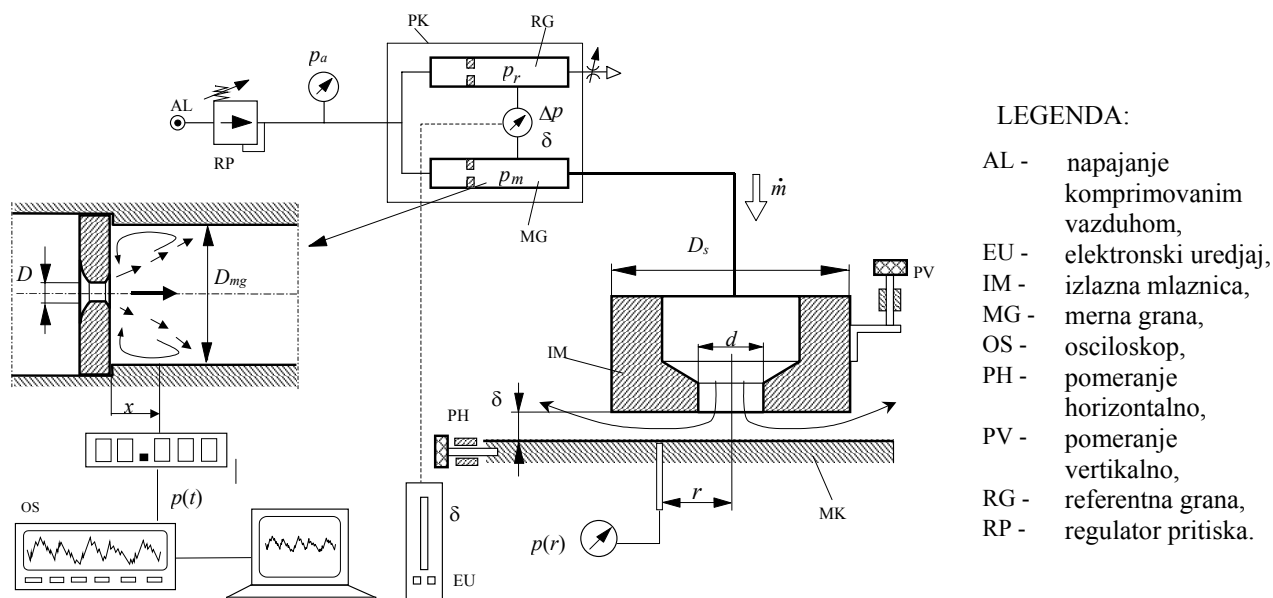
U ovom radu će biti reči o nekim eksperimentalnim merenjima koja proširuju saznanja o navedenim efektima koji se javljaju u pneumatskom komparateru i koja u značajnoj meri mogu uticati na pouzdanost njegovog rada.

2. EKSPERIMENTALNA INSTALACIJA

U cilju obavljanja eksperimenata razvijena je instalacija prikazana na slici 1, koja se sastoji od pneumatskog komparatera (PK), koji sadrži mernu (MG) i referentnu granu (RG) i diferencijalni manometar

¹ Mašinski fakultet, Kraljice Marija 16, 11120 Beograd 35, E-mail: crnojevic@mas.bg.ac.yu

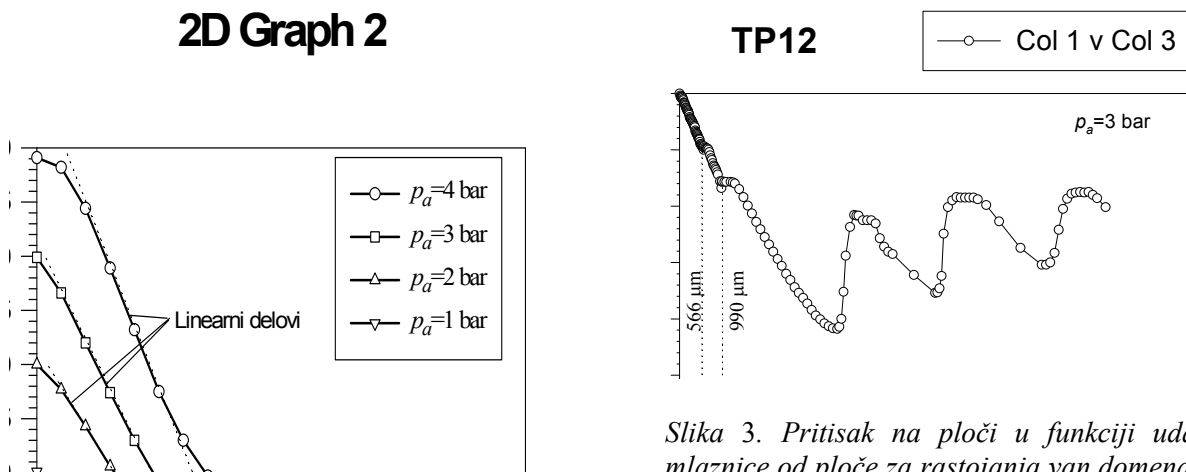
koji je izbađaren tako da posredstvom elektronskog uređaja (EU) direktno pokazuje odstupanje mernog komada, napajanja komprimovanim vazduhom (AL), regulatora pritiska (RP), spojnih cevi, izlazne mlaznice (IM), mernog-kontrolisanog komada (MK) koji predstavlja ravnu ploču, mehaničkih uređaja za mikrometersko horizontalno (PH) i vertikalno (PV) pomeranje ploče, i od prapratne merne opreme. Na ovoj instalaciji moguće je utvrditi uticaje geometrije izlazne mlaznice (prečnici d i D_s), rastojanja δ , geometrije merne (prečnici D i D_{mg}) i referentne grana, i kvalitet mernog signala na rad pneumatskog komparatera. U ovom radu biće prezentirani samo neki od realizovanih rezultata merenja.



Slika 1. Eksperimentalna instalacija

3. ANALIZA REZULTATA I DISKUSIJA

Na slici 2 prikazana je promena pritiska na mernom komadu-ravnoj ploči u funkciji rastojanja δ od izlazne mlaznice, za različite pritiske napajanja p_a i za prečnik izlazne mlaznice od $d = 1$ mm. Sa ovog dijagrama se vidi da je pritisak nelinearna funkcija od δ . Da bi se odredilo rastojanje δ , odnosno pri kontroli realnog komada njegovo odstupanje od etalona, neophodno je poznavati funkcionalnu zavisnost $p(\delta)$. Kako nekog je $p(\delta)$ nelinearna funkcija to bi bilo neophodno u pneumatskim komparaterima, tj. u njihovim



Slika 2. Pritisak na ploči u funkciji udaljenja δ mlaznice od ploče, za prečnik $d = 1$ mm.

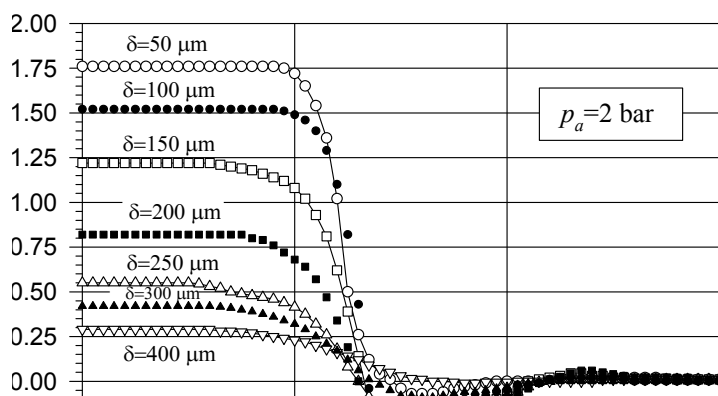
Slika 3. Pritisak na ploči u funkciji udaljenja δ mlaznice od ploče za rastojanja van domena primene pneumatske metrologije (merenja obavljena sa izlaznom mlaznicom i bez komparatera).

elektronskim pretvaračima (EU), zadavati ove složene funkcije, te je zato uobičajeno da se, za jednu vrednost pritiska napajanja, geometrijski parametri pneumatskih komparatera prilagođavaju samo linearnom delu krive. Izbor samo linearnog dela krive dovodi do smanjenja opsega merenja, okvirno od 100 do 300 μm , što odgovara najširem intervalu primene. Eventualno proširenje intervala rada može se postići prvenstveno promenom prečnika mlaznice komore merne grane. Nagib linearnih delova krivih pritiska definiše tzv. pneumatsku osetljivost komparatera, i sa slike 2 se vidi da je za jednu geometriju izlazne mlaznice nagib – osetljivost komparatera veća pri većoj vrednosti pritiska napajanja.

Povećanjem udaljenja kontrolisanog komada od izlaznog mlaza, slika 3, dovodi do pojave diskontinuiteta-naglih porasta pritiska, prvo na visini $\delta_1 = 566 \mu\text{m}$ a zatim na visini $\delta_2 = 990 \mu\text{m}$, da bi posle toga pritisak imao skoro oscilatorni karakter. Objašnjenje ove pojave dato je u radu [2] i vezano je za pojavu niza pravih i kosih udarnih talasa nastalih isticanjem komprimovanog vazduha iz mlaznice i udarom mlaza u ploču. Pojava diskontinuiteta i oscilatorni karakter pritiska dovode do toga da je pneumatska metrologija praktično neupotrebljiva za veće udaljenosti mlaznice od kontrolisanog komada.

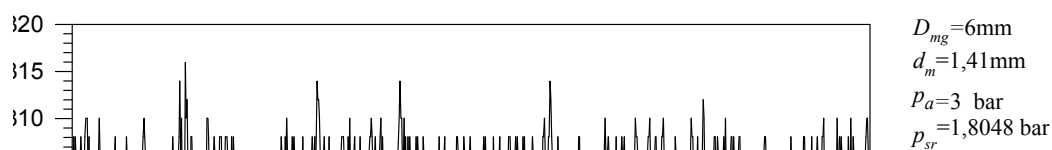
Na slici 4 je prikazano polje pritiska nastalo udarom mlaza komprimovanog vazduha u ravnu ploču, pri pritisku napajanja od 2 bar, odnosu prečnika mlaznice $D_S/d=2$ i za različite udaljenosti δ mlaznice od kontrolisanog dela. Očigledno je da za manja rastojanja δ , kojima odgovara veće prigušenje struje vazduha, imamo intenzivniju promenu pritiska. Uočava se da u okolini udara mlaza u kontrolisani komad, bez obzira na vrednost rastojanja δ , imamo ne zaustavnu tačku u osi mlaza već jednu zaustavnu oblast poluprečnika od 700 do 900 μm , pri čemu veći poluprečnici zaustavne oblasti odgovaraju manjim udaljenjima δ . Sa slike 4 se takodje uočava da u medjuprostoru mlaznice i ploče dolazi do intenzivnog ubrzanja fluidne struje, što je praćeno intenzivnom promenom-padom pritiska. Pri manjim rastojanjima δ može da se stvori vrtložna zona pored izlaznog zida mlaznice, koja odgovara oblasti potpritiska na dijagramu, i koja usled dugotrajnog rada pneumatskog komparatera, a usled prisustva finih ostataka pri obradi ili ostataka rashladne tečnosti ili eventualnih nečistoća u komprimovanom vazduhu, može da izazove formiranje tankog sloja nečistoća koje menjaju izlaznu strujnu sliku vazduha, a samim time i utiču na smanjenje pouzdanosti pneumatskog komparatera.

$p_a=2$ bar, buse normal



Slika 4. Polje pritiska na ploči u funkciji radijalnog rastojanja r .

D6G14P30



Slika 5. Promena signala pritiska merne grane u funkciji vremena.

Na slici 5 dat je zapis, registrovan osciloskopom i sistemom za akviziciju podataka (v. Sl. 1), promene pritiska u toku vremena u mernoj grani komparatera, za $D_{mg} / D = 4,26$, $x / D_{mg} = 0$ i $\delta = 150 \mu\text{m}$. Zapis pokazuje fluktuacioni karakter pritiska $p(\delta, t)$ merenog na zidu, tj. u vrtložnoj zoni naglog proširenja merne grane. Sličan zapis je i za referentnu granu – pritisak $p_r(\delta, t)$ a samim tim i za merodavnu razliku pritiska $\Delta p(\delta, t) = p(\delta, t) - p_r(\delta, t)$ koja kao rezultat daje fluktuacioni karakter zapisa kontrolisane veličine $\Delta\delta(t)$. S obzirom da je ova pojava neželjena jer utiče negativno na kvalitet merenja to njene efekte treba svesti na minimum. Naši detaljni eksperimentalni rezultati, kao i eksperimentalni podaci iz ref. [5], pokazuju da su fluktuacije pritiska veće pri većim protocima vazduha i pri većim rastojanjima x na kojima se uzima merni signal pritiska.

4. ZAKLJUČCI

Na osnovu sopstvenih eksperimentalnih rezultata ukazuje se na neke važne fenomene vezane za rad pneumatskog komparatera i to:

- Potvrđen je domen primene pneumatske metrologije i ukazuje se na neupotrebljivost ove metode za veće udaljenosti mlaza vazduha od kontrolisanog komada iz razloga pojave diskontinuiteta pritiska.
- Zbog prisustva nečistoća na kontrolisanom komadu ili u komprimovanom vazduhu moguće je formiranje na izlaznoj mlaznici tankog sloja nečistoća koje menjaju strujnu sliku vazduha, a samim tim i utiču na smanjenje pouzdanosti pneumatskog komparatera.
- Da bi se fluktuacioni karakter mernog signala pritiska $\Delta p(\delta, t)$, odnosno kontrolisane dimenzije $\Delta\delta(t)$, sveo na minimum neophodno je merno mesto za pritiske merne i referentne grane postaviti što bliže ulazima odgovarajućih naglih proširenja ovih grana, a protok vazduha koliko dozvoljavaju ostali geometrijski parametri komparatera svesti na minimum.

LITERATURA

- Fortier, M., 1950, "Industrial Application of the Compressible Flow with Critical Velocity (in French)," *Revenu chaleur et Industrie*, N°299, p.145.2. CC – ASME
- Crnojevic C., Roy G., Bettahar A. and Florent P., 1997: Influence of regulator diameter and injection nozzle geometry on flow structure in pneumatic dimensional control systems. *Transactions of ASME, Journal of Fluids Engineering*, Vol. 119., pp. 609-615.
- <http://www.etamic.com>
- Roy, G., Crnojevic, C., Bettahar, A., Florent, P., and Vo-Ngoc, D., 1994, "Influence of nozzle geometry in radial flow applications," *International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion*, Proc. Vol. 1, pp.363-368, Bali, Indonesia
- Crnojevic C., Florent P. et Decool F.: "Mesure des pulsations de pression dans un élargissement brusque d'un comparateur pneumatique". *II Symposium International - Contemporary problems of fluid mechanics*, pp.113-116., Belgrade 1996..
- Markow, B.N., 1971, "Pneumatic Dimensional System with the Measuring Nozzle (in German)," *Feinerätetechnik* 20. Jg. Helt 4., pp.160-161.

Résumé: Dans cet article on fait une analyse de quelques phénomènes qui influent travail d'un comparateur utilisé dans contrôle dimensionnel pneumatique des pièces produits en haut séries. Les phénomènes analysés sont: domaine d'application, discontinuités de pression, les conditions d'apparaître de dépôts de saleté et le bruit du signal de pression qui influes les fluctuations de la dimension géométrique contrôler. Dans ce but nous avons réalisés une installation expérimentale qui permet l'analyse des phénomènes cités. Les résultants obtenus expérimentalement correspondents aux résultants et l'analyses connues dans la littérature.



Petar Dimitrijević, Miroslav Vučićević, Željko Popović¹

POBOLJŠANJE KVALITETA PROIZVODA KROZ SISTEMSKU ANALIZU PROJEKTA

Rezime. Radi stvaranja kvalitetnog proizvoda savremena metodologija projektovanja proizvoda obuhvata i analize i testiranje u toku razvojne faze. Potrebno je definisati model procesa analize proizvoda, stručni tim i zadatke članova tima za analizu proizvoda, planaove i planske liste za amnalizu, tok postupka proučavanja i analize, kriterijume za strukturu proizvoda, matematičke modele za vrednovanje alternativa i osnovni paket dokumentacije za zvaničan izveštaj o toj analizi i prihvaćenom rešenju.

Gljučne reči. Kvalitet, proizvod, analiza, projektovanje.

1. UVOD

Svaki proizvod se može sagledati kroz njegove prednosti i njegove loše strane. Jasno je da se ostvaruje velika prednost ako se, što je moguće više, umanje njegove loše strane a razviju njegove pogodnosti. To se može mnogo lakše postići ako se vrše sistemske analize proizvoda u toku faza njegovog razvoja i projektovanja. Ako se vrši procena i vrednovanje proizvoda u toku projektovanja kroz sistemske analize, pri čemu se preko određenih pravila i kriterijuma vrši izbor najpovoljnijih alternativa, eliminišu se karakteristike koje utiču na pojavu neželjenih osobina.

Širok spektar faktora koji utiču na funkcionalnu sposobnost, odnosno na poboljšanje kvaliteta proizvoda, obuhvata projektovanje pouzdanosti, pogodnosti održavanja, karakteristika i performansi logističke podrške. Prosečno vreme između otkazivanja predstavlja dominantnu meru projekta koja definiše koliko dugo proizvod može da funkcioniše, koja može biti umanjena ostalim faktorima, kao na primer, pojavom grešaka ili zloupotreba izazvanim neadekvatnom obukom za rukovanje ili održavanje. Prosečno vrreme do popravke je složena mera karakterisana potrebnim vremenom za popravku proizvoda uz pomoć raspoloživih logističkih sredstava. Na njega utiču kvalitet projekta i kvalitet logističke podrške, odnosno fizički aspekti mogućnosti sprovođenja održavanja (pristup i dohvat rukom, uslovi okoline, geometrija i masa rezervnih delova, itd), mogućnost dijagnostike otkaza (test oprema, priručnici i uputstva, pouzdanost i obuka osoblja rukovanja i održavanja). Prosečno logističko vreme van upotrebe karaktzeriše faktore van proizvoda, ono se izvodi iz faktora koji obuhvataju funkcionisanje logističke podrške i održavanja (količina, nabavka, isporuka i uskladištenost rezervnih delova, vreme dobavljanja nerasploživih rezervnih delova, mesto i vreme popravke proizvoda, i dr.).

Jedno od ključnih pitanja u vezi poboljšanja kvaliteta proiozvoda je koje to metode projektovanja i razvoja, procedure testiranja i nabavke i sistemska analize vode ka povećanju funkcionalne sigurnosti i optimalnim troškovima životnog ciklusa proizvoda i šta treba preduzeti da bi se to ostvarilo.

Poboljšanje kvaliteta proizvoda postiže se uzimanjem u obzir i takve karakteristike projektovanja kao što su performanse, troškovi, planiranje, mogućnost pružanja podrške i mogućnosti proizvodnje, i to kako u inicijalnoj fazi projektovanja, tako i kroz ceo vek korišćenja jednog proizvoda [1,2].

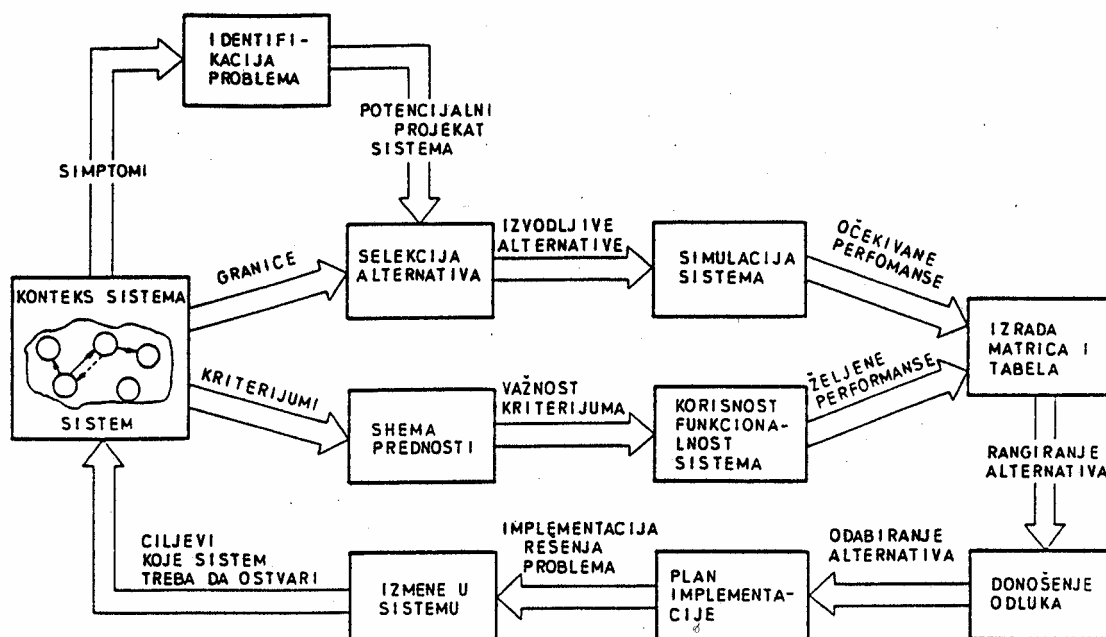
2. PRISTUP POBOLJŠANJU KVALITETA PROIZVODA U FAZI PROJEKTOVANJA

Važne aktivnosti u upravljanju projektom nekog proizvoda su analize i testiranja u toku projektovanja, od ideje o razvoju do finalisanja tog proizvoda. Planovi koji se koriste kao vodiči kroz proces sistemskog

¹ Prof dr Petar Dimitrijević, Prof dr Miroslav Vučićević, Mr Željko Popović, viši pred.,
Viša tehnička mašinska škola, Beograd – Zemun, Nade Dimić 4.

analiziranja proizvoda se temelje na poznavanju velikog broja ključnih tehničkih disciplina, među kojima su kriterijumi za pouzdanost, raspoloživost i pogodnost održavanja proizvoda.

Postoje dva pristupa ovoj analizi [1,2]. Prvi pristup je u osnovi pažljivo identifikovanje i definisanje problema, odlučivanje o tome šta je njegova suština, zatim, analiza alternativa, odabiranje jednog od rešenja i na kraju, planiranje primene izabranog rešenja, pod uslovom da se suština problema ne izmeni. Pristup je posebno pogodan za identifikaciju problema ili tehničke greške pri projektovanju [2]. Drugi pristup (slika 1) koristi iste osnove kao prvi pristup, pomoću kojih se prave kompromisi, ali se razlikuje po tome što se proces može ponavljati i zato što omogućava proračunavanje, odnosno vrednovanje, nekoliko elemenata pri odabiranju kompromisa, bilo da su to konstante ili operativni kriterijumi [1].

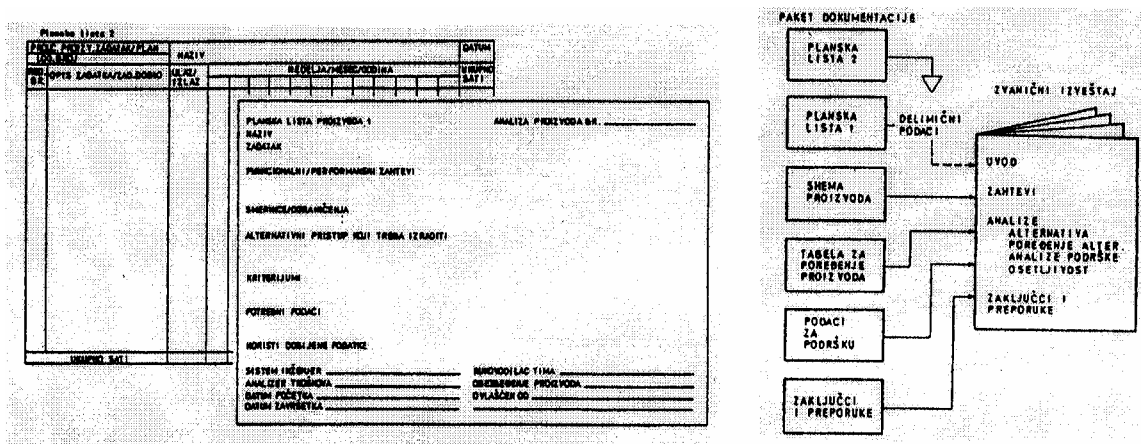


Slika 1. Model procesa analize proizvoda u fazama projektovanja

Proces analize proizvoda se neprekidno prati, proširuje i razvija da bi se obezbedilo da u svakom trenutku budu obuhvaćene odluke koje se tiču pouzdanosti, raspoloživosti i pogodnosti odražavanja (RAM parametara). Glavni cilj je da se pronade način pomoću kojeg će RAM elementati postati integralni deo procesa projektovanja. Osnovni zadaci u tom pravcu su [3] : (i) da se uključi pogodnost održavanja u smislu jednog od vidova projektovanja, (ii) da se obezbedi svodenje inteziteta otkaza na najmanju moguću meru, (iii) da se smanji potreba za specijalizovanim osobljem održavanja, i (iv) optimizaciju troškova u ukupnom vremenu trajanja proizvoda, posebno troškova održavanja. Proces RAM analize treba da obezbedi potrebnu ravnotežu ovih zadataka a da se istovremeno postigne optimalni nivo sposobnosti i sprovođenja održavanja tih proizvoda.

Proces analize predstavlja skup aktivnosti koje se mogu ponavljati. Na osnovu definisane strukture proizvoda paralelno se identifikuju problemi, granice i kriterijumi koji služe za odabiranje izvodljivih alternativa preko odgovarajućih matrica i tabela u kojima se postavljaju očekivane i željene performanse proizvoda [4]. Na osnovu izvedenih simulacija u pogledu korisnosti i funkcionalnosti proizvoda i formiranih matrica i tabela, vrši se rangiranje alternativa, donošenje odluka, odabiranje i implementacija alternativa i rešenja problema koji je uočen na proizvodu. Ovaj proces sistemskog razmatranja proizvoda može biti rezultat planiranja nastalog na osnovu podataka koji po svojoj prirodi mogu da budu nepotpuni, nedostupni ili su tek u razvoju. Zato se za rešenje nekog problema moraju uzeti u obzir više alternativa i moraju postojati ograničenja i kriterijumi da bi se dobila dosledna rešenja za primenu. Na osnovu analize rešenje nekog problema izaziva promene na proizvodu u nekom području, a što može da utiče na razna druga područja, pa je potrebno da se procesi analize ponavljaju. Najvažnije je da se uvek u analizu proizvoda direktno uključe parametri pouzdanosti i pogodnosti održavanja.

Ključ za uspešno izvršenje RAM analize je formiranje stručnog tima. Odgovornosti i zadaci stručnog tima i odnosi između članova tima, moraju biti definisani. Formiranjem tima obezbeđuje se efikasna kontrola analize proizvoda i obezbeđuje uspešna selekcija i preporuke. Aktivnosti članova tima bazirane su na smernicama koje su date na planskim listama (slika 2). Planska lista 1 se koristi za označavanje ciljeva koje treba ostvariti, za navođenje uslova, smernica, granica, alternativa, za izradu kriterijuma i za unošenje polaznih i dobijenih podataka. U plansku listu 2 se unose postavljene zadaci, raspored zadataka za članove stručnog tima i povezanost zadataka, na osnovu čega se obavlja lični kontakt između članova tima. Dakle, stručni tim mora jasno da definiše zadatak, da obezbedi osnovu prem kojoj se vrši odabiranje kriterijuma i alternativa. Ključna pitanja se odmah unose u strukturu zadatka, zatim se identifikuju mogući pristupi kojim se može ostvariti postavljeni zadatak. Složeni proizvodi se rasčlanjavaju na veći broj jednostavnijih jedinica, koristeći šeme i strukturne sastavnice proizvoda. Pri tome posebno treba naglasiti vitalne sklopove, kod kojih se vrši selekcija svih komponenti. Ako se neke alternative ne mogu definisati kroz postavljene kriterijume, ne treba ih ni uključivati u RAM analize.



Slika 2. Planske liste i osnovni paket dokumentacije

3. KRITERIJUMI RAM ANALIZE PROIZVODA

Kriterijumi koji se koriste pri odlučivanju su oni kvaliteti koji se smatraju da se mogu primeniti saglasno zadatim ciljevima. Oni se koriste za procene alternativa, koje se vrše uglavnom na dva načina : (i) selekcijom alternativa, gde se zadržavaju one koje su izvodljive i prihvatljive, i (ii) ili poređenjem i razradom onih koje su zadržane da bi se odredilo koje su od njih najbolje. Kriterijumi selekcije se koriste da smanje broj alternativa i da odrede koje su alternative izvodljive i prihvatljive u okviru postavljenih granica. Tako alternativa može da bude eliminisana jer ne odgovara po dimenzijama, težini ili uređaj nije u potpunosti razvijen, dovršen i ispitan (neprecizan nivo pouzdanosti, ili može biti odbačena alternativa zato što uređaj nije siguran, što ima nizak nivo pouzdanosti, ili pak, nije pristupačan za održavanje. Pomoć u definisanju i primeni komparativnih kriterijuma služe modeli, kao što su : (i) model ineziteta otkaza hardvera, jednačina pouzdanosti sa stanovišta postupaka održavanja, jednačina pouzdanosti upravljačkog dela, softvera, jednačina uticajka na zamor operatera i održavaoca, granice pouzdanosti na nivou celog sistema, (ii) analize sigurnosti komponenti ili sistema sa stanovišta pogodnosti održavanja, nivo rizika, povreda radnikas pri održavanju, i (iii) analize troškova, koje uvažavaju raspoloživost hrdverskih i softverskih komponenti sistema i koje uvažavaju pogodnost održavanja sa stanovišta optimalnog broja održavalaca pri popravci [4]. Razrada alternativa se sumira u tabele koje služe za poređenje proizvoda. Alternative se mogu opisati i vrednovati tekstualno (rečima i brojevima) i grafički (skice, dijagrami, crteži). Zatim se vrši sprovođenje validnosti i poverenja rezultata (setljivost, tačnost). Razrađuju se, dalje, uticaji olakšavajućih zahteva ili mogućih negativnih posledica koje se javljaju pri izboru određene alternative, uz preporuke o mogućim i potrebnim izmenama.

4. OSNOVNA DOKUMENTACIJA RAM ANALIZE

Poslednja faza u procesu RAM analize proizvoda je kompletiranje dokumentacije o svim aspektima analize, kao trajnom zapisu o toku analize i načinu donošenja odluka. Jedan mogući paket dokumentacije zvaničnog izveštaja analize prikazuje slika 2.

Rzmatranje izveštaja i dokumentacije od strane stručnog tima može se izvesti na dva načina : (i) jedan je informativni, gde se periodično pregledaju izveštaji o napredovanju analize i proučavanja proizvoda, u cilju predupređenja nakih iznanađenja (kao što su neizvršavanje kompletnog ispitivanja i nedostatak potrebne dokumentacije), i (ii) drugi je zvanični oblik gde se pripremaju izveštaji za krajnju selekciju, i oni obuhvataju sve podatke o procesu analize, postupka rada i donetim zaključcima.

5. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Tok postupka proučavanja i analize proizvoda odvija se kroz (i) određivanja zadataka, (ii) iznalaženje alternativa i definisanje strukture za svaku alternativu, (iii) utvrđivanje kriterijuma za odlučivanje i stvaranje ulaznih podataka i procene karakteristika alternativa, (iv) izradaa tabela i kvalifikovanih matrica za poređenje proizvoda, (v) izvršenje analize osetljivosti i analize dejstva suprotnih rezultata, (vi) odabiranje preporučenih alternativa, i (vii) izrada dokumentacije za zvanični izveštaj. Ovaj proces se ponavlja kada se za to ukaže potreba, a sve u cilju obezbeđenja ispunjenja zahteva u vezi pouzdanosti, raspoloživosti i pogodnosti održavanja proizvoda, odnosno povišenja nivoa sposobnosti funkcionisanja i smanjenja troškova životnog ciklusa proizvoda.

LITERATURA

1. Athey, T., SYSTEMATIC SYSTEMS APPROACH, Prentice-Hill, Englewood Cliffs, New York, 1982
2. Mosard, G., READINGS IN SYSTEMS ANALYSIS, Institute of Safety Systems Management, University of California, Los Angeles, 1983
3. Zebick, H., Hoerster, M., R&M IN A SYSTEMATIC TRADE STUDY PROCESS, Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium, pp. 61-68, IEEE, 1986
4. Dimitrijević, P., ISTRAŽIVANJE PRIMENE METODA ANALIZE EFEKTIVNOSTI U PROJEKTOVANJU SISTEMA SA ASPEKTA FUNKCIJE ODRŽAVANJA, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd 1990
5. Dimitrijević, P., MENADŽMENT KVALITETOM, Strategija i praksa, Viša tehnička mašinska škola, Beograd 2001.

QUALITY IMPROVEMENT OF PRODUCT WITH SYSTEMATIC ANALYSIS OF PROJECT

Summary. *Because of quality contemporary methodology of products project engineering includes analysis and testing during development stage. It is needed to define a process of product analysis, expert team and goals of members of product analysis team, plans and planned activities for analysis, study and analysis process flow, criteria for product structuring, mathematical models for alternatives valuation and basic package of documents for an official report about the analysis and accepted solution.*

Key words. *Quality, product, analysis, project.*



**ODRŽIVI KVALITET PROIZVODA – PRIMENA LCA
SUSTAINABLE QUALITY OF A PRODUCT – APPLICATION OF LCA**

Ilija Đekić*

Sadržaj: *U radu se daje analiza razvoja filozofije kvaliteta sa osvrtom na sve uticajni pritisak za zaštitom životne sredine. Dalje u radu se daje prikaz analize životnog ciklusa proizvoda kroz periode stvaranja i periode korišćenja proizvoda, daju se dimenzije kvaliteta proizvoda sa aspekta identifikovanih zainteresovanih strana i koncept održivog kvaliteta u post-upotrebnom periodu proizvoda kroz dva pristupa - rastavljalivost i 4R.*

Ključne reči: *održivi razvoj, kvalitet, analiza životnog ciklusa, kvalitet života*

UVOD

Koncepti kvaliteta su svoj početak doživeli u SAD 1920-tih godina ali je pravi značaj kvaliteta ostvaren tek u Japanu nakon drugog svetskog rata osnivanjem japanskog udruženja naučnika i inženjera na čijem čelu je bio Kaoru Išikava i predavanjima o kvalitetu Edward-a Deming-a. U svom dugom putu razvoja, od prvobitnog ispitivanja od strane majstora, preko uvođenja statističkih metoda, integrisanog obezbeđenja kvaliteta u svim fazama poslovnog ciklusa, preko razvoja sistema menadžmenta kvalitetom završno sa TQM konceptom, može se reći da preovlađuju dva nivoa unapređenja kvaliteta, i to:

- unapređivanje kvaliteta internih i eksternih proizvoda,
- unapređivanje kvaliteta internih i eksternih poslovno/proizvodnih procesa i/ili internih i eksternih funkcija u organizaciji.

Ovaj koncept, koji i danas važi, praktično predstavlja filozofiju kvaliteta kako proizvoda tako i organizacije (proizvodne ili uslužne) koja proizvodi proizvod određenog kvaliteta. Osnovna ideja jeste da se kvalitet proizvoda posmatra unutar organizacije, ne vodeći računa, da li proizvod nakon korišćenja izaziva bilo uticaj na životnu sredinu.

Sa druge strane, pokret za zaštitu životne sredine javio se tokom 1970tih godina, pokušavajući da ukaže na u tom trenutku aktuelna pitanja zagađenja vode i vazduha. Posle 1980tih godina, došlo je do nove filozofije zaštite životne sredine koja promoviše preventivni pristup umesto korektivnog pristupa. Jedan od najvažnijih događaja se odigrao 1992. godine, kada je pod pokroviteljstvom UN održana konferenciju o životnoj sredini i razvoju, (UNCED - United Nations Conference on Environment and Development) ili Zemaljski Samit u Rio de Žaneiru u junu 1992. godine. Razlog sazivanja ove konferencije bio je rešavanje pitanja i problema zaštite životne sredine i društveno-ekonomskog razvoja. Okupljeni lideri zemalja učesnica su potpisali Framework Convention on Climate Change and the Convention on Biological Diversity, potvrdili Rio , Deklaraciju i usvojili Agendu 21 kao plan za ostvarivanje održivog razvoja u 21. veku. Dalje, kao rezultat, zabrinutost javnosti za pitanja zaštite životne sredine je postala snažan motivator za razvoj i primenu standarda zaštite životne sredine.

Za razliku od ISO Tehničkog Komiteta 176 (Menadžment kvalitetom i obezbeđenje kvaliteta) koji se bavi samo pitanjima upravljanja kvalitetom i nije standard za proizvode već za organizacije, ISO Tehnički Komitet 207 (Upravljanje zaštitom životne sredine) razvija dve grupe standarda iz oblasti životne sredine – grupu standarda za organizacije i grupu standarda za proizvode. Tako je nastala i grupa standarda (serija ISO 1404x) koja ima 7 standarda koji tretiraju pitanja ocene životnog ciklusa i uticaja životnog ciklusa proizvoda na životnu sredinu. Glavni nedostatak važeće verzije ISO 1404x jeste što se zanemaruje faza istraživanja i razvoja novog proizvoda. Danas, se sve više zahteva praćenje performansi proizvoda tokom čitavog životnog ciklusa i pojam održivog kvaliteta (Sustainable Quality – od pojmova održivi razvoj i kvalitet).

* mr Ilija Đekić*, dipl. ing., član Komiteta KSA 207 SCG, AQA International - Eastern Europe, Đuke Dinić 3, 11000 Beograd, SCG, E-mail: aqaeuro@sbb.co.yu

ŽIVOTNI CIKLUS PROIZVODA

Pre uvođenja teorije životnih ciklusa proizvoda i pre bilo kakvih analiza uticaja proizvoda na životnu sredinu, životni ciklus se posmatrao kao skup faza istraživanja i razvoja, proizvodnje i upotrebe proizvoda. Briga za životnu sredinu uzrokovala je da se sve više pokreće pitanje šta sa proizvodom koji se više ne koristi, da li i koliko takav proizvod ugrožava životnu sredinu. Tako se uvodi pojam post-upotrebno perioda koji je uvršten u seriju standarda ISO 1404x faze koje životni ciklus analiziraju kroz faze proizvodnje, upotrebe i post-upotrebe. Osnovni nedostatak ovog pristupa je zanemarivanje faze istraživanja i razvoja koje za određene proizvode mogu imati veliki uticaj na životnu sredinu. Sada se i ta faza uvršćuje u životni ciklus proizvoda (tabela 1.)

Tabela 1 – Faze životnog ciklusa proizvoda

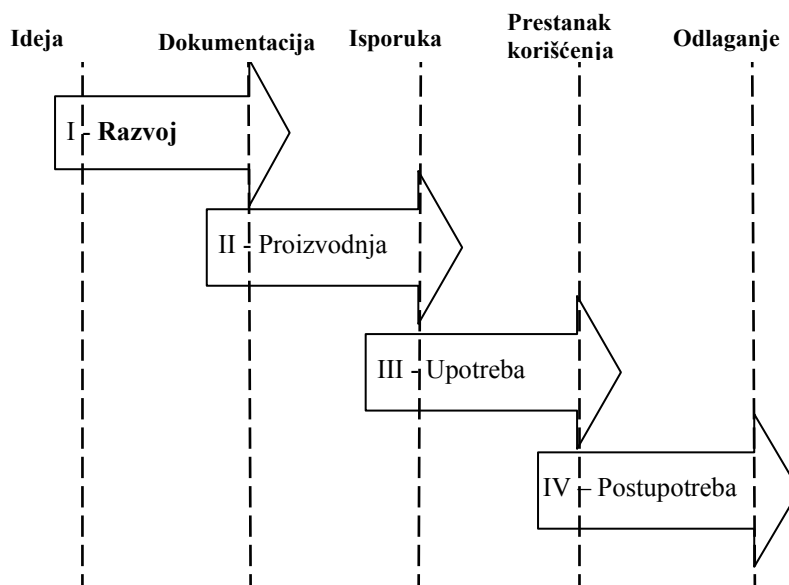
Faze životnog ciklusa	Stari pristup	ISO 1404x	Novi pristup
Istraživanje i razvoj	✓		✓
Proizvodnja	✓	✓	✓
Upotreba	✓	✓	✓
Post-upotreba		✓	✓

Tako prilikom analize životnog ciklusa mogu se identifikovati dva osnovna perioda, i to:

- period stvaranja proizvoda
- period korišćenja proizvoda

Period stvaranja obuhvata dve faze – fazu razvoja i fazu proizvodnje proizvoda dok period korišćenja obuhvata druge dve faze, fazu upotrebe proizvoda i fazu post-upotrebe proizvoda, slika 1.

Slika 1 – Prikaz životnog ciklusa proizvoda u četiri faze



KVALITET PROIZVODA

Sa druge strane, kvalitet proizvoda je nešto što se izučava skoro čitav vek, ali ni danas nema jedinstvenog pristupa šta je to što definiše kvalitet proizvoda i kako ga oceniti. Neki od svetski priznatih autoriteta iz oblasti kvaliteta (npr. Garvin), identifikuju dimenzije kvaliteta, kao što su: performanse, potrebe, pouzdanost, usaglašenost, trajnost, servisiranje, estetika, opažajni kvalitet pri čemu kupci najčešće posmatraju jednu ili dve dimenzije i na taj način identifikuju kvalitet proizvoda ili usluge. Tako npr. japanski automobili nisu imali performanse kadilaka - brzinu, udobnost, komfor, ali su se prvi sitni kvarovi javljali nakon 5 godina što je činilo kvalitet japanskih automobila; u ovom slučaju pouzdanost i trajnost su bili glavni parametri kvaliteta. Sa druge strane sama automobilska industrija kao industrija koja je najsnažnji prometer primene koncepta kvaliteta od strane prva tri nivoa dobavljača identifikuje sledeće dimenzije kvaliteta proizvoda: (1) pouzdanost, (2) uspešnost proizvodnje, (3) cena, (4) upravljivost, (5) oscilatorna sposobnost, (6)

ekonomičnost, (7) bezbednost, (8) spoljni izgled, (9) enterijer, (10) dužina automobila sa prtljažnikom i (11) tehničke inovacije. Razlika u navedena dva primera je što prvi ima za cilj da zadovolji zahteve korisnika i pokušava da se nametne kao generičan pristup dok je drugi više pristup koji je vezan za jednu industriju odnosno koji nije primenljiv za druge industrije. Njegova prednost je što uzima u obzir zahteve drugih interesnih strana (dimenzija uspešnosti proizvodnje kao zahtev vlasnika kapitala odnosno zaposlenih). Ipak i u ovom pristupu nedostaju zahtevi zaštite životne sredine kako tokom upotrebe tako i nakon upotrebe. Tako kvalitet treba posmatrati kroz zadovoljavanje zahteva interesnih koje su prema standardima i ISO 9000 i ISO 14050 osoba ili grupa koji imaju interes u performansama organizacije ili proizvodu. Tako zainteresovane strane mogu biti korisnici proizvoda, vlasnici proizvodnih kapaciteta, isporučioци / dobavljači, zaposleni u svim fazama životnog ciklusa proizvoda, banke, osiguravajuća društva, zakonodavci, sindikati, savetodavci i društvo u celini. Tabela 2 daje dimenzije kvaliteta proizvoda glavnih zainteresovanih strana.

Tabela 2 – dimenzije kvaliteta i zainteresovane strane

Zainteresovana strana	Dimenzije kvaliteta
Korisnik	Performanse proizvoda, potrebe korisnika, pouzdanost proizvoda, usaglašenost proizvoda sa zahtevima korisnika i odgovarajućih zakona / propisa, trajnost proizvoda u definisanom vremenskom periodu, održavanje i servisiranje proizvoda, ergonomija, dizajn, zadovoljstvo korisnika, cena
Isporučilac / dobavljač	Proizvodljivost robe/usluga koja se nabavlja, isporuka na vreme
Zaposleni	Bezbednost proizvodnje sa aspekta zaštite zdravlja i bezbednosti radnika
Vlasnici	Proizvodljivost proizvoda, finansijska isplativost, otplata kredita, rentabilnost
Priroda	Rastavljivost proizvoda na komponente, mogućnost primene koncepta 4R Reduction (smanjenje), Reuse (ponovna upotreba), Recycling (reciklaža) i Recovery (regeneracija)

ODRŽIVI KVALITET

Održivi kvalitet u stvari posmatra proizvod u svim fazama životnog ciklusa i analizira ga sa aspekta njegovog uticaja na životnu sredinu. U fazi istraživanja i razvoja, osim u nekim ekstremnim laboratorijskim ispitivanjima, uglavnom se ne očekuje veliki uticaj. U fazi proizvodnje se analizira ne sam proces proizvodnje već se životni ciklus proizvoda mora posmatrati od ekstrakcija sirovina koje služe za proizvodnju proizvoda, preko same proizvodnje i upravljanja zaštitom životne sredine u toku proizvodnje do isporuke proizvoda do korisnika. Faza stvaranja je relativno i teorijski i praktično opisana. Problem se javlja kod procesa korišćenja. Naime, u fazi upotrebe proizvod se posmatra tokom životnog veka korišćenja proizvoda. Pitanje je šta čini životni vek proizvoda, koliki je on, kada se utvrđuje kraj životnog veka i kako to izmeriti. Što se tiče vremena korišćenja, ono zavisi od nekoliko faktora, i to:

- od pada vrednosti proizvoda iako nisu izgubili funkcionalne karakteristike (npr. mobilni telefoni),
- od gubljenja funkcionalnih karakteristika (istrošenost ili kvar),
- finansijska neisplativost održavanja,
- proizvod više ne zadovoljava funkcionalne karakteristike (stari računari koji ne podržavaju nove softverske platforme).

Funkcionalna zavisnost je direktno zavisna od cene, što je cena proizvoda niža, životni vek je kraći. Sa druge strane, nekada se javlja i više korisnika proizvoda (kao kod automobila, novi i polovni automobili).

Nakon upotrebe proizvoda mora se rešiti pitanje post-upotrebnog perioda. Dva najprisutnija pristupa su koncept rastavljivosti i koncept 4R - Reduction (smanjenje), Reuse (ponovna upotreba), Recycling (reciklaža) i Recovery (regeneracija).

Koncept rastavljivosti polazi sa stanovišta da se proizvod nakon upotrebe mora rastaviti na sastavne komponente i kao takve tretirati (rastavljanje na opasne materije, metal, plastiku, i dr.). U osnovi se taj koncept, zavisno od troškova u post-upotrebnom periodu može svesti na: (A) rastavljanje deo po deo (one – to – one), (B) rastavljanje po sklopovima u slučaju složenijih proizvoda (one – to – many) ili (C) uništavanje celog proizvoda (npr. u presama) odnosno odlaganje kao takav na komunalni otpad. Aspekt rastavljivosti ima za cilj i ponovnu upotrebu nekog dela koji je odbačen iz nekog proizvoda (npr. elektromotora kod već

mašine). Sa druge strane 4R zahteva analizu proizvoda sa aspekta koliko se prilikom proizvodnje može smanjiti uticaj na životnu sredinu, u kom aspektu se mogu delovi ponovo upotrebljavati, koliko se i u kom stepenu može deo reciklirati. Tako je EU donela nekoliko svojih direktiva (npr. Waste of Electric and Electronic Equipment ili End of Life Vehicle) koje teže da utvrde kvote recikliranja da se kreću preko 80% u odnosu na ukupnu težinu proizvoda uz ponovnu upotrebu od oko 50%.

UMESTO ZAKLJUČKA

Cilj koncepta održivog razvoja je da se postigne visok stepen reciklabilnosti proizvoda i da stvori koncept "održivog circulus viciosus", slika 2. Time se čuva prirodno okruženje a ne ugrožavaju se karakteristike proizvoda (kvalitet) koje očekuje korisnik da dobije za svoj novac.

Slika 2 – Začaran krug životnog ciklusa proizvoda



LITERATURA

- [1.] Đekić I., Marković D., Veljić M: "A new approach on analyzing the life-cycle of an agricultural machine", *XVI International Conference on Material Flow, Machines and Industry*, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Proceedings pp. I-173 - 176, Belgrade, 2000.
- [2.] Đorđević D., Đekić I.: *Osnove upravljanja kvalitetom*, Teagraf, Beograd (2001)
- [3.] Feldmann K., Melzer K.: "Implementation of E-waste legislation in EU Member states, North America and China", 11th International CIRP Life Cycle Engineering Seminar "**Product Life Cycle – Quality Management Issues**", Proceedings CD, June 20 – 24, 2004, Belgrade, Serbia, (2004)
- [4.] Willems B., Dewulf W., Dufloy J.: "End-Of-Life Strategy; A Linear Programming Approach to Manage Innovations in Product design", 11th International CIRP Life Cycle Engineering Seminar "**Product Life Cycle – Quality Management Issues**", Proceedings CD, June 20 – 24, 2004, Belgrade, Serbia, (2004)
- [5.] Kato S., Kimura F.: "The Product Life Cycle Design Method using a Strategic Analysis", 11th International CIRP Life Cycle Engineering Seminar "**Product Life Cycle – Quality Management Issues**", Proceedings CD, June 20 – 24, 2004, Belgrade, Serbia, (2004)

Abstract: *The paper gives an analysis of the development of quality philosophy with an overview of the influence of protecting environment. Further in the paper, an overview of the life cycle analysis through the period of creation and period of use, dimensions of quality of the product through aspects of identified interested parties and concept of sustainable quality in the post-use period through two approaches – dismantling and 4R is given.*

Key words: *sustainable development, quality, life-cycle analysis, quality of life*



Mr Katarina Kanjevac¹

CE OZNAČAVANJE I SISTEM MENADŽMENTA KVALITETOM

Rezime:

Privredna saradnja sa Evropskom unijom (EU) je moguća samo prihvatanjem tehničkih zahteva i njihovom implementacijom u proizvodne procese. Tehnička regulativa - direktive EU novog pristupa - diktiraju zahteve za bezbednost proizvoda i nalažu odgovornost proizvođaču za izvođenje postupka utvrđivanja usaglašenosti i označavanja proizvoda sa CE oznakom. Autor rada nije imao ambiciju da detaljno govori o "novom pristupu" i "harmonizaciji zakonodavstva" u formi zahteva evropskih direktiva, to je obrađeno u citiranoj literaturi / 1/. Ovaj rad apostrofira osnovne elemente koji ukazuju na uticaj i značaj funkcije održavanja u stvaranju uslova za dobijanje CE znaka proizvoda prema tim zahtjevima.

1. NOVI PRISTUP – ZAHTEVI EVROPSKIH DIREKTIVA

U Evropskoj uniji deluje unutrašnje tržište na kome važi slobodan protok robe, usluga, kapitala i radne snage. Za obezbeđenje slobodnog protoka robe Evropska unija je razvila određene mehanizme. Među tim mehanizmima značajno mesto zauzima takozvani "Novi pristup" za određivanje suštinskih tehničkih zahteva za proizvode i "Globalni pristup" za utvrđivanje usaglašenosti (konformnosti).

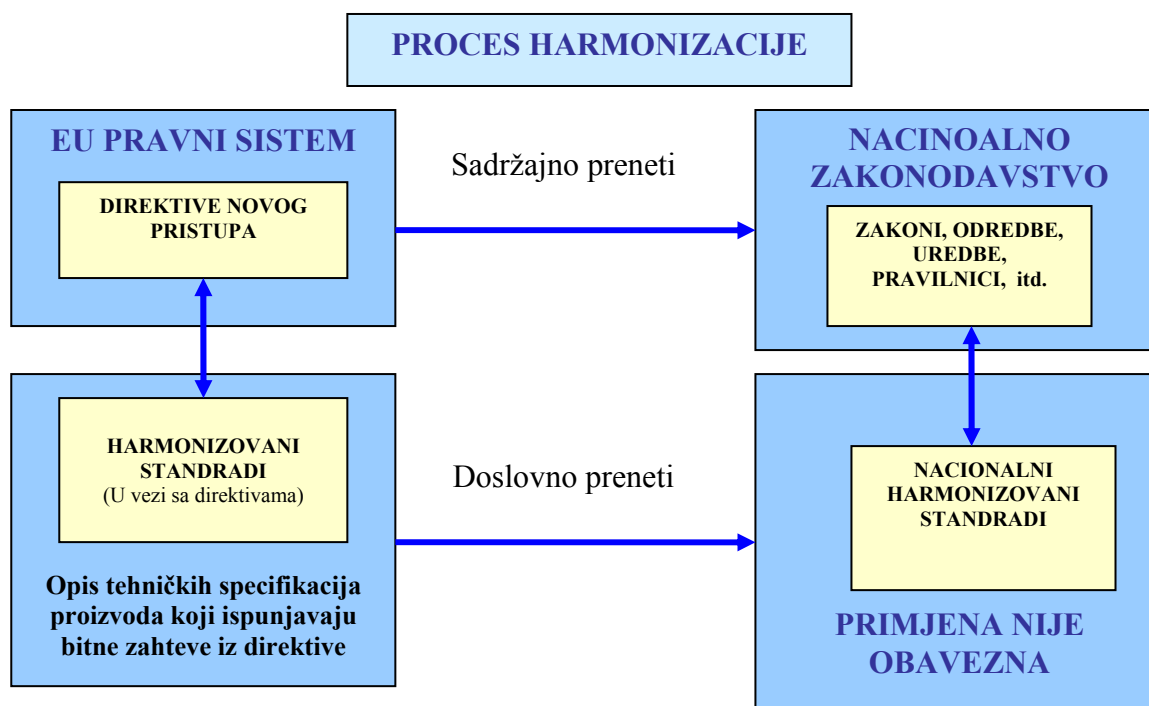
Nova regulativa, tehnika i strategija o "Novom pristupu" na tehničkoj harmonizaciji i standardizaciji uvela je određene principe (sl.1) /1/:

- harmonizacija zakonodavstva je ograničena na bitne zahteve kojima moraju udovoljiti proizvodi kod slobodnog protoka unutar Unije,
- tehnička specifikacija o usaglašenosti proizvoda sa bitnim zahtevima, koje postavljaju directive, date su u harmonizovanim standradima,
- primena harmonizovanih ili drugih standarda nije obavezujuća; proizvođač može druge tehničke specifikacije kojima zadovoljava bitne zahteve,
- za proizvode izradene u skladu sa harmonizovanim standradima važi pretpostavka o usaglašenosti sa bitnim zahtevima,
- proizvođači mogu da biraju između različitih postupaka utvrđivanja usaglašenosti koji su predviđeni odgovarajućom direktivom.

Proizvodi moraju biti usaglašeni sa direktivama "Novog pristupa" i ostalog zakonodavstva Evropske unije kada se plasiraju na tržište Unije. To je uslov (uslovi) da proizvod dobije CE znak.

Novi pristup uvodi princip međusobnog priznavanja, prema kojem proizvode jedne članice Europske unije trebaju prihvatiti druge članice. Ovaj je princip nametnuo potrebu harmonizacije tehničkih proizvođačkih specifikacija. Naravno, kako pri usvajanju tih načela nisu bili na raspolaganju harmonizovani standardi za sve proizvode, kojima se trguje na području Europske unije trebalo je u prelaznom periodu dopustiti i pozivanje na nacionalne standarde zemalja članica Europske unije kada nisu na raspolaganju harmonizirani europski standardi.

¹ Mr Katarina Kanjevac, Zastava automobili a.d., Kragujevac, 034 30 25 91, kanjevac@ptt.yu



Sl.1 Veza između direktiva “novog pristupa”, nacionalnog zakonodavstva i harmonizovanih standarda [1].

Definisanjem mogućnosti primene nacionalnih standarda ubrzan je celi proces. No, i veliki broj različitih nacionalnih standarda bio je potencijalna kočnica protoka roba, pa je uveden sistem definisanja temeljnih zahteva kroz Direktive s obveznom primenom u Europskoj uniji. Tako od 1987. godine postepeno nastaju Direktive, koje su prihvaćene na osnovu Novog pristupa. Temeljni se zahtevi donose radi zaštite zdravlja i sigurnosti korisnika i potrošača. Harmonizovani pak standardi moraju zadovoljiti temeljne zahteve iz Direktiva. Takvih Direktiva je danas više od dvadeset i pokrivaju znatan deo proizvoda široke potrošnje, industrijskih, medicinskih i drugih proizvoda. Kad proizvod zadovoljava Direktivu mora biti označen sa CE oznakom.

Proizvođači proveravaju imaju li na raspolaganju harmonizovani standard te ga primenjuju. Proizvođači, uvoznici i distributeri odgovorni za marketing proizvoda izjavom potvrđuju da njihov proizvod odgovara zahtevima iz Direktiva. To moraju potvrditi izjavom o usaglašenosti proizvoda sa zahtevima odgovarajućih direktiva Novog pristupa, što kvalificira proizvod za dobijanje CE znaka.

Evropsko zakonodavstvo predviđa posebne »module« kao glavno sredstvo za izvođenje postupaka usaglašenosti proizvoda sa sištinskim zahtevima koje određuju direktive Novog pristupa a sadržani su u modulima »Globalnog pristupa«. Za njihovo uspešno izvođenje proizvođač mora poznavati:

- module Globalnog pristupa i ulogu učesnika u procesu,
- korišćenje standarda sistema menadžmenta kvalitetom (npr. ISO 9001:2000),
- ulogu sopstvene laboratorije proizvođača,
- ulogu Prijavljenog organa (saradnja nezavisne institucije).

2. MODULI GLOBALNOG PRISTUPA

Globalni pristup uvodi module koji se koriste u postupcima utvrđivanja usaglašenosti kod direktiva Novog pristupa. Ti moduli su određeni uredbom Saveta zajednice 93/465/EEC. Suština pristupa je:

- Utvrđivanje usaglašenosti je podeljeno na module, koji određuju različite postupke.
- Moduli se odnose na fazu razvoja proizvoda, fazu proizvodnje ili na obe faze. Osam osnovnih modula i dodatnih osam varijanti se mogu međusobno kombinovati na različite načine tako da dobijemo celokupne postupke za utvrđivanje usaglašenosti kao što opredeljuju pojedine direktive.
- Za proizvode je potrebno izraditi procenu usaglašenosti po odgovarajućem modulu kako u fazi razvoja tako i u fazi proizvodnje.
- Svaka direktiva novog pristupa opisuje vrstu i sadržaj mogućih postupaka za utvrđivanje usaglašenosti. Time bi trebali postići potreban stepen zaštite kada je na raspolaganju više opcija. Direktive propisuju kriterijume na osnovu kojih se proizvođač odlučuje za pojedinu varijantu.

"Moduli" koji su na raspolaganju opisuju raspoložive načine potvrđivanja usaglašenosti proizvoda. Koji će "modul" biti upotrebljen zavisi od stepena razvoja proizvoda, tipa procene koji se koristi i ko obavlja procenu, proizvođač ili nezavisna "treća strana" u ovom slučaju notifikirano telo Komisije Evropske zajednice. Od osam "modula" tri se vezuju na sertifikovane sisteme menadžmenta kvalitetom koji nadzire "treća strana" - notifikirano tijelo. Sva tri "modula" uključuju danas najpoznatiju seriju standarda za sisteme menadžmenta kvalitetom prema ISO 9000, a to su ISO 9003, ISO 9002 i ISO 9001 standard.

3. VEZA MODULA D, E, H SA SISTEMOM MENADŽMENTA KVALITETOM

Korišćenje standarda sistema menadžmenta kvalitetom ISO 9001:2000 je uključeno u pojedine module Globalnog pristupa. Pri tom važi sledeće:

- Korišćenje sistema menadžmenta kvalitetom za namene postupka utvrđivanja usaglašenosti je opisano direktivama i u modulima D, E i H i njihovim varijantama.
- Ispunjavanja zahteva standarda EN ISO 9001, 9002 i 9003 znači pretpostavku usaglašenosti sa odgovarajućim modulima za obezbeđenje kvaliteta što se tiče odredaba koje pojedini standard obuhvata, pod uslovom da sistem kvaliteta na odgovarajući način uzima u obzir specifične zahteve proizvoda.
- Zahteve modula D, E, H i njihove variante je najlakše ispuniti ako preduzeće ima sertifikat sistema menadžmenta kvalitetom u skladu sa standardom EN ISO 9001, 9002 ili 9003, odnosno ISO 9001:2000 i ispunjava dodatne zahteve iz direktiva. Direktive ne zahtevaju eksplicitno sertifikovan sistem menadžmenta kvalitetom ISO 9001. Proizvođač može za ispunjavanje zahteva tih modula koristiti takođe druge modele sistema menadžmenta kvalitetom, ali time pretpostavka o usaglašenosti nije ispunjena i treba je posebno dokazati.
- Za ispunjavanje zahteva odgovarajućih direktiva proizvođač mora obezbediti da je sistem kvaliteta uveden i korišćen na način koji obezbeđuje puno ispunjavanje suštinskih zahteva iz direktiva.

Moduli D, E i H Globalnog pristupa predviđaju da proizvođač mora imati odobren sistem menadžmenta kvalitetom i to u obimu za:

- finalnu kontrolu i ispitivanje (modul E)
- proizvodnju, ugradnju i servisiranje (modul D),
- razvoj, proizvodnju, ugradnju i servisiranje (modul H).

Takav sistem menadžmenta kvalitetom mora odobriti Prijavljeni organ. Korišćenje standarda EN ISO 9001, 9002 i 9003 znači koristan alat za dokazivanje ispunjavanja zahteva za kvalitet. Osim toga treba uzeti u obzir i ispunjavanje zakonom propisanih zahteva (iz odgovarajućih direktiva Novog pristupa). Kada proizvođači žele da uspostave sistem menadžmenta kvalitetom u skladu sa modulima D, E i H korišćenjem EN ISO 9001:2000, mogu isključiti određene zahteve iz tog standarda.

Direktive mogu propisati dodatne zahteve za utvrđivanje usaglašenosti po modulima D, E, H i njihovih varijanti koje zahtevaju dopunu pri ispunjavanju zahteva standarda EN ISO 9001, 9002 i 9003 sa dodatnim elementima. Time su uzete u obzir posebnosti proizvoda za koje se to uvodi.

4. CE OZNAČAVANJE I DOKUMENTACIJA

Proizvod koji nosi CE znak može biti slobodno distribuiran unutar zemalja članica Europske unije. Znak pokazuje da proizvod zadovoljava sve temeljne zahteve donesene pojedinom Direktivom te potvrđuje da je poštovana procedura za certificiranje usaglašenosti sa odgovarajućom direktivom.

Proizvođači moraju za proizvode pripremiti odgovarajuću dokumentaciju koja ima veoma važnu ulogu kod ispunjavanja zahtjeva predviđenih direktivama "novog pristupa" za dobijanje CE znaka, u okviru koje su:

- sadržaj tehničke dokumentacije,
- ocena rizika,
- sertifikat o EC-kontroli i ostali sertifikati ovlaštenih organa,
- EC-izjava o usaglašenosti,
- jezik, prevod, lokacija i vrijeme čuvanja dokumentacije,
- pregled istovremene upotrebe više direktiva.

Bez obzira na to o kojoj se opremi ili proizvodu radi tj. koja od evropskih direktiva mora biti zadovoljena, proizvođač opreme mora imati na raspolaganju tehničku dokumentaciju za proizvod koja dokazuje da je odgovarajuća direktiva zadovoljena i da se kontinuirano zadovoljava. Ova se dokumentacija može zatražiti pri upitima na uvid, ako se oprema uvozi iz Europske unije. Osnovni dokument koji mora postojati je izjava o usaglašenosti s odgovarajućom direktivom iz koje se može zaključiti koju je direktivu i standarde proizvođač zadovoljio. Time što se može doznati koje je standarde proizvođač zadovoljio i zadovoljava pri proizvodnji otvaraju se mogućnosti jasnog definisanja kriterijuma po kojima je sigurnost proizvoda testirana. Naravno, ovdje je ocena uvoznika koliko će detalja tražiti kako bi se uverio zadovoljava li oprema koju uvozi minimalne kriterijume za siguran radi i upotrebu.

5. ZAKLJUČAK

Novo Evropske direktive postavljaju temeljne sigurnosne zahtjeve koji se moraju zadovoljiti kako bi proizvodi mogli biti slobodno distribuirani unutar Evropske unije. Evropske direktive zamenjuju nacionalnu regulativu i postavljaju nova pravila za one koji distribuiraju proizvode u Evropu.

Direktive otvaraju mogućnosti i onima koji kupuju iz Evropske unije za lakšom proverom je li proizvod siguran za upotrebu. Naravno ne znači da proizvod, izraden u Evropskoj uniji za distribuciju izvan nje mora zadovoljiti Direktive. CE označavanje kao znak primene temeljnih zahtjeva obveza je koju treba poznavati. Radi unapredenja poslovanja i odgovora novim zahtjevima trgovačka društva bi sve više trebala uspostavljati sisteme usklađene sa ISO 9000 serijom standarda, a koji se uklapaju u sistem CE označavanja.

LITERATURA:

/1/ Dr Saša Prešern, **Unutrašnje tržište Evropske unije i CE oznaka**, SIQ, Ljubljana, 2003.

/2/ Željko Bacinger, **CE označavanje i ISO 9000**, <http://kvaliteta.inet.hr>

Summary: *Economic co-operation with European union (EU) is based on the acceptance of technical requirements and their implementation in design and production processes. Technical legislation - EU directives of New Approach - defines the requirements for safety of products and delegates to a manufacturer the responsibility for the performance of quality assessment of products and their affixing with CE marking. Author this work didn't have ambition to speak detail about of "New Approach" and "Harmonize legislation" in to the frame of requirements European directives, what is given in cite literature /1/. With apostrophe on basic elements which represent in influence and import function keeping creation conditions for obtain CE marking of the product a cording this requirements.*



**INTEGRALNO DEJSTVO MEDJUNARODNIH STANDARDA I PROPISA NA RAZVOJ SRPSKE
INDUSTRIJE MOTORNIH VOZILA**

**AN INTEGRAL EFFECT OF INTERNATIONAL STANDARDS
ON DEVELOPMENT OF SERBIAN MOTOR VEHICLES
INDUSTRY**

Aleksandra Kokić Arsić¹, Miljko Kokić²

Rezime: Visok kvalitet je jedan od veoma bitnih parametara koje zahtevaju savremeni svetski trendovi. To se posebno odnosi na proizvodnju masovnih proizvoda, među koje spada i proizvodnja automobila, kao jedna od najznačajnijih industrijskih grana svake zemlje. Da bi se ostvario što bolji kvalitet domaćeg vozila i da bi se ono našlo u većem obimu na svetskom tržištu, neophodno je zadovoljiti važeće standarde i norme.

Ključne reči: autoindustrija, kvalitet, standardi

1. UVOD

Proizvodnja automobila, kao jednog od najsloženijih proizvoda, sastavljenog iz više hiljada delova, zahteva mnogo znanja i iskustva. Srbija je do 1989. godine imala stalan rast i razvoj autoindustrije. U okviru industrije, učešće proizvodnje saobraćajnih sredstava je bilo značajno i indirektno, kroz kupovinu proizvoda drugih grana za svoje finalne proizvode. Domaća autoindustrija, normalno, ne bi dostigla ovaj nivo, zabeležen pre raspada ex Jugoslavije, da nije bilo licencne saradnje kao što su:

- saradnja FAP-a sa Mercedesom u proizvodnji kamiona
- saradnja Zastava kamiona sa IVECO-om u proizvodnji lakih i srednjih komercijalnih vozila i kamiona
- saradnja Zastava automobila sa FIAT-om u proizvodnji putničkih automobila i DMB-a u proizvodnji motora
- saradnja 14. oktobra sa Nielsen-om, Fiorentini i Vender-om u proizvodnji građevinskih mašina
- saradnja IMR-a sa Perkinsom na proizvodnji dizel motora za traktore i kamione i dr.

Proizvodi rađeni po navedenim licencama su i sada visokog tehničkog nivoa, bez obzira što neke licence nisu obnavljane u cilju praćenja modernizacije koja je sprovedena zadnjih desetak godina. Tako se recimo, u Zastavi danas zajedno sa kooperantima koristi više hiljada standarda, tehničkih uslova i normi proizvodnje, od kojih je veliki broj pribavljen kupovinom licenci. Na primer, standardi kupljeni u sklopu licenci od FIAT-a su od velike vrednosti obzirom da su u njih utkana sva znanja i iskustva koje je Fiat sticao od svog osnivanja (1898. godine).

2. KLJUČNI STANDARDI I NJIHOV UTICAJ

Da bi se zadovoljili zahtevi za visokim nivoom kvaliteta proizvoda neophodno je da proizvođači i isporučioци budu sertifikovani saglasno zahtevima opšteg standarda ISO 9001:2000, a za oblast autoindustrije saglasno zahtevima tehničke specifikacije ISO/TS 16949:2002. Stanje sertifikovanih domaćih preduzeća u oblasti autoindustrije je slabije u odnosu na vodeće svetske proizvođače, ali je ipak bolje u odnosu na stanje kod domaćih proizvođača iz ostalih grana industrije i privrede.

¹ Aleksandra Kokić Arsić, dipl.maš.ing., Zastava automobili, Kragujevac, e-mail: cqm@kg.ac.yu

² Dr Miljko Kokić, dipl.maš.ing., Grupa Zastava vozila, Kragujevac, e-mail: m.kokic@zastava.net

Najrasprostranjeniji opšti standard koji je široko prihvaćen, izdat je 1987. godine od strane Međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO). Poznato je da su standardi ISO 9000 jednim delom ponikli i na iskustvima koja su primenjivali finalisti zapadne autoindustrije prema svojim dobavljačima. Prvo izdanje ovog standarda u našoj zemlji je prevedeno i pripremano čitave četiri godine od strane nadležne institucije i izdato pod oznakom serije standarda JUS ISO 9000, tokom 1991. godine, od kada počinju prve aktivnosti na tumačenju značaja primene u cilju konkurentnosti, pre svega na otvorenom svetskom tržištu.

Opšti karakter serije standarda ISO 9000 nije dovoljno obuhvatio potrebe proizvođača automobilske industrije pa su iz tih razloga pojedina nacionalna udruženja proizvođača vozila i njihovih kooperanata pristupila izradi internih standarda kao što su:

- QS 9000 (standard koji su 1994. godine doneli američki proizvođači Ford, Chrysler i GM. Reč je o standardima iste strukture kao i ISO 9000 kome su ugrađena relativno značajna proširenja).
- VDA 6 (standardi koje su 1991. godine doneli nemački proizvođači Opel, Audi, BMW, Daimler Benz, VW i njihovi dobavljači)
- EAQF (1990. godine doneli su ih francuski proizvođači Pežo, Citroen i Reno sa svojim dobavljačima)
- AVSQ (1990. godine doneli su ih italijanski proizvođači FIAT i IVECO sa svojim dobavljačima)

Kao posledica razvoja ovih standarda i njihove primene početkom novog milenijuma zajedničkom nadgradnjom ISO 9000, QS 9000 i VDA dolazi do formiranja specifikacije TS 16949, kao prirodnog naslednika ovog standarda.

Tokom 2005. godine očekuje se da ISO/TS 16949 poraste u standard i da se ukine oblik tehničke specifikacije. U narednom periodu ne posedovanje navedenih sertifikata sigurno će eliminisati kako proizvođače automobila, tako i proizvođače delova i komponenti sa razvijenog svetskog tržišta. Neka preduzeća će kroz ovo proći uspešno i postati integralni deo evropske i svetske industrije, donoseći prihode, bolje plate zaposlenima, a doprinosiće i državnom budžetu. Druga, manje uspešna preduzeća u tome neće uspeli.

U tabeli 1. data je familija upravljačkih standarda.

ISO 9000:2000	Menadžment sistemom kvaliteta
ISO/TS 16949:2002	Upravljanje kvalitetom dobavljača
ISO 14000	Upravljanje ekologijom
OHSAS 18000	Upravljanje profesionalnim zdravljem i bezbednošću

Tabela 1. Familija upravljačkih standarda

Zahtevi ovih upravljačkih standarda dati su u tabeli 2.

Standard	Zahtevi
ISO 9000:2000	Kontinualna unapređenja Naglasak na ulogu top menadžmenta Zahtev za razmatranje zakonskih i normativnih propisa Utvrđivanje merljivih ciljeva i viših funkcija i nivoa Monitoring zadovoljstva kupca i/ili nezadovoljstva i merenje performansi sistema Usmerenost na resurse Efektivnost obuke i priprema za kvalitet
ISO 16949	Pored zahteva sadržanih u ISO 9000:2000 uključuju i širi spektar dopunskih zahteva: uključivanje zahteva ISO 14000 postojanje biznis planova elektronska razmena tehničke dokumentacije logističku kompatibilnost primenu alata unapređenja itd.
ISO 14000	upravljanje redukcijom troškova i otpada štednja trošenju energije i materijala niski troškovi distribucije povećanje korporativnog imidža kod zakonodavaca, kupaca i javnosti kontinualno unapređenja ekoloških performansi preduzeća

OHSAS 18000	uspostavljanje sistema upravljanja profesionalnim zdravljem za eliminisanje ili minimalizaciju rizika za zaposlene i ostale interesne grupe implementirati, održavati i kontinualno unapređivati sistem upravljanja profesionalnim zdravljem i bezbednošću osigurati korespondentnost sa utvrđenom politikom za profesionalno zdravlje i bezbednost demonstrirati usaglašavanje sa ostalima istraživati certifikaciju kroz registraciju sistema upravljanja profesionalnim zdravljem i bezbednosti eksternih organizacija utvrditi i definisati odgovornosti u skladu sa specifikacijama zahteva za profesionalno zdravlje i bezbednost
-------------	--

Tabela 2. Upravljački standardi - zahtevi

Od navedene četiri grupe standarda do sada je u srpskoj autoindustriji masovnu primenu našao samo standard ISO 9000:2000, dok je primena ostalih standarda uglavnom izostala. Trenutno, u svetskoj autoindustriji se uveliko radi na integraciji sva četiri navedena standarda u jedan upravljački sistem (uglavnom baziran na web tehnologijama). Međunarodni tehnički standardi i norme pokrivaju sve oblasti tehnike i tehnologije (materijali, tehnološki postupci, konstrukcija proizvoda, metode kontrole i merenja, buka i vibracije i dr.). Evolucija ovih standarda se odvija geometrijskom progresijom pa zahtevi većine njih prevazilaze tehničko-tehnološka rešenja u srpskoj industriji motornih vozila. ISO JUS 9000:2000 ne podrazumeva striktno ispunjenje zahteva ovih standarda pa dobijanje cerifikata za njegovu primenu ne mora da znači i obezbeđenje visokog kvaliteta procesa, proizvoda i usluga. Ova grupa standarda podrazumeva:

a) Standarde kojima se definišu bezbednost i udubnost motornih vozila

Ova grupa standarda determiniše bezbednu vožnju i udobnost putnika (kočioni sistem, upravljački sistem, čeonni udar, vibracije i buka, komfor itd.). Evolucija ovih standarda ide u pravcu zahteva za ostvarenje inteligentnog automatskog upravljanja vozilom (koje uzima u obzir parametre vozila i okruženje na putu) i ka stratezijskom cilju «nulti sudar» - predupređenju saobraćajnih udesa. Donošenje novih propisa u ovoj oblasti zahteva intenzivan razvoj i primenu visokih tehnologija

b) Standarde koji se odnose na obaveznost reciklaže proizvoda, ambalaže i otpada

Međunarodni zakonski propisi, norme i standardi u ovoj oblasti nameću se kao neminovnost. Da bi se izvozilo uslov je reciklaža motornih vozila koja su na kraju životnog ciklusa. S druge strane moraju se odpoštovati norme koje se odnose na upravljanje otpadom koji nastaje u procesu proizvodnje.

c) Standarde za ekologiju motornih vozila i Kjoto protokol

Do 2010. god. moraju se zadovoljiti donete evropske norme za ekologiju motornog vozila EURO 3 (od 2006.-2009.) i EURO 4 (od 2010. pa na dalje) sa zahtevom za visokom redukcijom CO, HC, NOx i čadi. Ovo zahteva razvoj potpuno novih generacija pogonskih agregata i goriva.

S druge strane, Kjoto protokol sadrži zahteve koji vode ka «nultoj» emisiji izduvnih gasova i visokoj redukciji emisije gasova u proizvodnim procesima koji izazivaju globalno zagrevanje planete.

Postoji i čitav niz ostalih standarda koji utiču na razvoj motornog vozila i njegovu proizvodnju i koji su u svetu u fazi brzog razvoja baziranog na naprednim tehnologijama (standardi u oblasti informaciono-komunikacionih tehnologija, propisi u oblasti zaštite intelektualne/industrijske svojine i transfera tehnologije, propisi i norme društvenog organizovanja itd.)

Na osnovu predhodnog može se zaključiti da integralno dejstvo primene međunarodnih standarda i propisa ima velike posledice po razvoj srpske automobilske industrije (realizacija proizvoda, procesa i usluga visokog kvaliteta i dobra poslovna efektivnost i efikasnost). Ovo je skup zahteva čijom se realizacijom eliminiše tehničko-tehnološki jaz u autoindustriji nastao zadnjih petnaestak godina.

3. PROBLEMI U DOMAĆOJ AUTOINDUSTRIJI I NJIHOVO PREVAZILAŽENJE

Posle raspada bivše SFRJ došlo je do naglog pada proizvodnje i nivoa prodaje na domaćem i svetskom tržištu uz nisko korišćenje kapaciteta. Ako se analizira stanje u domaćoj autoindustriji, vidi se da se izvoz uglavnom vrši na manje zahtevna tržišta po pitanju ispunjenja zahteva za homologacijom, međunarodnih standarda i certifikovanih sistema kvaliteta. Ipak, veoma je mali broj proizvođača kao i dobavljača koji imaju uveden sistem standarda JUS ISO 9001, a još manji broj onih sa nacionalnim standardima QS 9000 ili VDA. Jedan manji broj je u fazi pripreme za uvođenje sistema kvaliteta ISO/TS 16949:2002. Ni ostali upravljački standardi koje smo pomenuli nisu implementirani u nasoj autoindustriji. Sem toga, kod pojedinih preduzeća koja su ranije certifikovana opala je svest za potrebom recertifikacije saglasno najnovijem izdanju standarda

(JUS) ISO 9001:(2001) 2000. Time je broj analiziranih preduzeća bez sertifikata sistema kvaliteta umesto da se smanjuje, porastao na oko 70% i dodatno izgubio šansu za ozbiljniji plasman svojih proizvoda na svetsko tržište. Opravdanje za ovako loše stanje sertifikovanosti kod nas se može naći u opštoj besparici ali i u nerazumevanju problema od strane najvišeg rukovodstva preduzeća. U cilju prevazilaženja nastalih problema potrebno je pristupiti:

- uvođenju međunarodnih standarda (ISO 14000, OHSAS 18000 i dr.)
- uvođenju i svih ostalih pomenutih standarda u cilju ostvarenja visokog kvaliteta proizvoda i usluga
- intezivnom razvoju
- školovanju kadrova (redovno, uz rad)
- zaštiti domaćeg tržišta
- međunarodnoj saradnji

4. ZAKLJUČAK

U našoj zemlji mali je broj sertifikovanih preduzeća saglasno zahtevima standarda (JUS) ISO 9001:(2001)2000. Nešto bolja situacija je kod preduzeća iz oblasti autoindustrije, posebno kod finalnih proizvođača koji su shvatili da je vreme za uvođenje ISO/TS 16949:2002 i da je to uslov za uključanje na izvozna tržišta. Međutim, iako je stanje u nekim drugim granama industrije daleko lošije, stanje sertifikovanosti u domaćoj autoindustriji je dosta nepovoljno kada se poredi sa razvijenim zemljama, pa čak i sa okolnim zemljama sa proizvođačima iz iste branše.

Da bi se eliminisao postojeći tehničko-tehnološki jaz u srpskoj autoindustriji neophodno je:

- u svim preduzećima raditi agilno i uporno na primeni ostalih upravljačkih standarda sa krajnjim ciljem njihove integracije u jedinstven upravljački sistem,
- intezivno raditi na zadovoljenju ekoloških normi i standarda sa krajnjim ciljem ostvarivanja »nulte« emisije
- uspostavljanje kontinualne reciklaže proizvoda koji su na kraju životnog ciklusa,
- intenzivno pratiti i implementirati savremene standarde u oblasti bezbednosti i udobnosti motornog vozila
- izraditi jedinstven informacioni sistem automobilske industrije Srbije uz korišćenje najboljih standarda u toj oblasti i povezati ga sa sličnim sistemima u svetu
- predano i uporno raditi na unapređenju visokog zadovoljstva kupaca, zaposlenih i svih ostalih ciljnih grupa bitnih po preduzeće
- postati deo globalne autoindustrije- uključiti se u svetske alijanse proizvođača motornih vozila
- kontinualno pratiti razvoj međunarodnih propisa, standarda i normi a u cilju blagovremene pripreme za njihovu implementaciju

Literatura

[1] Kokić M., Uticaj »nacionalnog« vozila na domaću autoindustriju, XIII MVM, Kragujevac, 2004.

[2] Marković Z., Aktuelni način autorizacije dobavljača od zapadnih auto kompanija, Časopis IIPP, br. 4/5, 2004.

[3] Standardi ISO 9001:2000 i tehnička specifikacija ISO/TS 16949:2002

Summary: A high quality is one of a very important parameters required by the current global trends. This particularly relates to the mass products manufacture, such as vehicle manufacture being one of the most significant industrial branches of each country. In order to achieve as better as possible quality of domestic vehicle and to enable its presence on the world market in a greater extent, it is necessary to fulfil a valid standards and norms.

Key words: automotive industry, quality, standards



SMJERNICE ZA MJERENJE ZADOVOLJSTVA KUPCA

¹Doc.dr M. Mijanović Markuš

Rezime:

Zadovoljstvo kupca je ključ opstanka organizacije i zato veoma važan cilj i za proizvodne i za uslužne organizacije. Uspjeh organizacije u velikoj mjeri zavisi od kupaca koje je u stanju zadržati, a to opet zavisi od nivoa zadovoljstva kupaca.. Zadovoljenje kupaca sastoji se od velikog broja stavki, koje sve moraju biti razmotrene. Popisivanje kupčevih želja, kupčevih žalbi i primjedbi, i benchmarking su važni načini poboljšanja usmjerenosti kupca prema organizaciji – dobavljaču.

U radu je ukazano na to kako obezbijediti zadovoljstvo kupca, i o čemu treba voditi računa pri mjerenju zadovoljstva kupca.

1. UVOD

U atmosferi jake konkurencije opasno je biti kompanija koja nije orjentisana na kupca. Da bi opstale na konkurentnom tržištu organizacije moraju da proizvode veoma kvalitetne proizvode i usluge, što ima za dobit zadovoljne i lojalne kupce. Utvrđivanje i postizanje zadovoljstva kupca je glavni cilj današnjeg poslovanja, zato što postoji veoma jaka veza između kvaliteta i proizvoda, zadovoljstva kupca i dobiti. Ključ opstanka svake organizacije je zadržavanje zadovoljnih kupaca. Lojalnost kupaca je funkcija zadovoljstva, a lojalni kupci: 1) troše više na proizvode i usluge proizvođača kojim su zadovoljni; 2) podstiču druge da kupuju kod istog proizvođača; 3) veruju da ono što su kupili od tog proizvođača vrijedi onoliko koliko su platili. Rezultat je optimalna dugotrajna dobit. Ako kompanija želi da ostvari zadovoljstvo kupca, mora ga mjeriti, jer "ne može se upravljati nečim što se ne može mjeriti".

2. KUPCI I NJIHOVO ZADOVOLJSTVO

U cilju ostvarenja zadovoljstva kupca, zaposleni u organizaciji moraju kontinualno poboljšanje smatrati nečim normalnim. Dio ove strategije je i definisanje proizvoda ili usluga i potreba kupaca, popisivanje njihovih primjedbi i žalbi i selekcija procesa koji uzrokuju najveći dio žalbi. Glavna pitanja koja organizacija treba sebi da postavi u ovom slučaju su: *Koje proizvode ili usluge mi nudimo? Ko su naši kupci? Šta oni žele i koji su njihovi zahtjevi? Je li to mjerljivo? Koji kritični procesi zahtijevaju usavršavanje?*

Odgovaranjem na ova pitanja u cikličnom procesu bolje će se razumjeti kupac, a proizvod ili usluge će biti bolji i usklađeni zahtjevima tržišta.

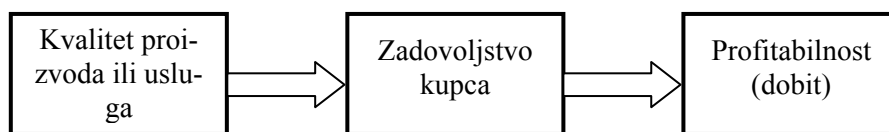
Treba znati svoje kupce

Precizne informacije o kupcima omogućavaju organizaciji da obezbijedi proizvode ili usluge koje odgovaraju njihovim potrebama. Važno je sagledati cjelokupan lanac kupaca, tj. poznavati sve svoje kupce i njihove potrebe razmatrati posebno. Takođe ne treba uzeti u obzir samo spoljne kupce, već i unutrašnje. U suštini, ukoliko kompanija nije u stanju da zadovolji potrebe unutrašnjih kupaca (klijenata), kako će biti u stanju da zadovolji potrebe spoljašnjih kupaca?

Zadovoljstvo unutrašnjih kupaca (zaposlenih) i zadovoljstvo spoljašnjih kupaca stoje u odnosu uzrok – posledica. Zadovoljstvo zaposlenog je izvor odličnog kvaliteta, zato što ako organizacija zadovoljava potrebe unutrašnjih kupaca (klijenata), time omogućava unutrašnjim kupcima da izvršavaju svoje zadatke. Takođe su mreže organizacionih jedinica bolje adaptirane da rade efektivno zajedno u cilju ostvarivanja zadovoljstva

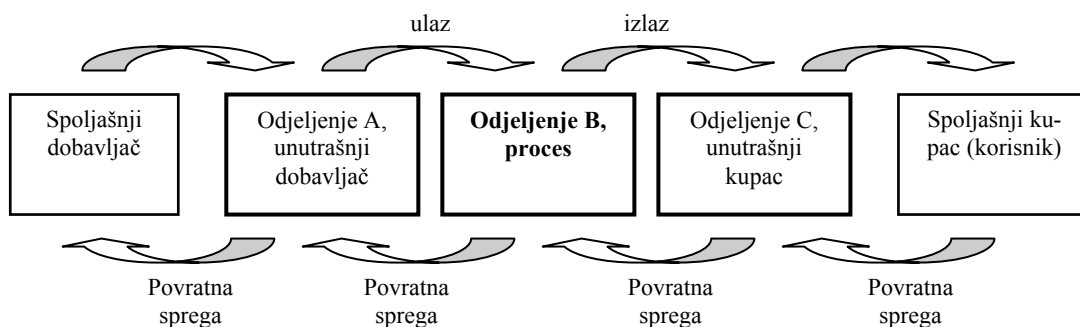
¹ Doc.dr Marina Mijanović Markuš, Mašinski fakultet Podgorica, e-mail: marinami@cg.yu

kupaca. Problemi sa zadovoljstvom zaposlenih (gubitak zaposlenih, i td.) vode problemima sa zadovoljstvom kupaca. Zadovoljstvo unutrašnjih kupaca je prema tome jedan od osnovnih uslova za zadovoljenje spoljašnjih kupaca na tržištu. To je razlog što rukovodioci treba da razmišljaju o troškovima i koristima socijalne odgovornosti i etičkog ponašanja. Ovi faktori mogu da pomognu u formiranju dobre veze između rukovodilaca i zaposlenih i između preduzeća i kupaca .



Slika 1. Međuzavisnost kvaliteta, zadovoljstva kupca i profitabilnosti

Dakle, svi zaposleni utiču na stepen zadovoljstva kupca. Posmatrajući različita odeljenja unutar organizacije jasno je da ona treba da saraduju međusobno na relaciji kupac-dobavljač. Odnos između različitih odeljenja unutar jedne organizacije sa aspekta odnosa između kupaca i dobavljača je prikazan na slici 2.



Slika 2: Odnosi između odjeljenja u preduzeću kao unutrašnjih kupaca i dobavljača.

Kako postići zadovoljstvo kupca?

Višestruka je korist od uspostavljanja kvaliteta kroz istraživanje tržišta, naročito kroz analizu stepena zadovoljstva i lojalnosti postojećih kupaca, i određivanje potreba kupaca za razvojem proizvoda.

Kritična dimenzija u formiranju skupa na kom će se vršiti statistička mjerenja je broj uzoraka kupaca koji treba da budu praćeni odvojeno. Obično postoji mali procenat kupaca od kojih prduzeće ostvaruje najveći deo profita, pa preduzeća treba da koncentrišu svoja mjerenja na te male grupe visokoprofitabilnih kupaca. U tom slučaju neophodno je kupce razvrstati hijerarhijski po važnosti zbog izbora pravih kupaca na čijem bi zadovoljstvu kompanija trebalo da radi. Prva grupa spoljašnjih kupaca je strateška i veoma važna za preduzeće i njegov profit. Ovdje važi maksima: "Različito mjerenje zadovoljstva različitih kupaca".

Za postizanje zadovoljstva kupaca svi zaposleni moraju biti angažovani. Svi u organizaciji moraju naučiti da razmišljaju u smislu: ko je moj kupac i kako mogu da zadovoljim njegove potrebe? U tom cilju poželjno je koristiti internu listu provjere sledećeg sadržaja: 1) Ko su naši kupci? 2) Šta je njima potrebno? 3) Šta je naš proizvod ili usluga? 4) Šta su očekivanja i mjerila našeg kupca? 5) Da li naš proizvod ili usluga ispunjava njihova očekivanja? 6) Koji je proces za ponudu našeg proizvoda ili usluge? 7) Koja akcija je potrebna za poboljšanje procesa?

Svaki dio organizacije treba sebi da postavi navedenih 7 pitanja koja se smatraju osnovom procesa. Zatim treba slijediti sledeću metodologiju rešavanja problema: 1) Izabrati cilj s obzirom na kvalitet; 2) Iskazati cilj kvaliteta u pismenoj formi; 3) Identifikovati proces; 4) Nacrtati dijagram toka; 5) Definisati koje karakteristike procesa treba mjeriti; 6) Sprovoditi analizu uzroka i posledica; 7) Prikupljati i analizirati podatke; 8) Identifikovati glavne uzroke (uticaje) na kvalitet; 9) Planirati poboljšanja; 10) Preduzimati korektivne akcije; 11) Ponovo prikupljati i analizirati činjenice; 12) Provjeriti da li su ciljevi poznati i jasni? 13) Ako jesu, dokumentovati i standardizovati promjene.

3. KAKO SAZNATI ŽELJE I ZAHTJEVE KUPCA?

Komunikacija sa kupcem je neophodna u cilju sagledavanja šta kupcu treba i šta on želi. Treba saznati šta kupci misle o konkretnom proizvodu ili usluzi, kako oni koriste proizvod i šta zapravo hoće. Potrebno je takođe utvrditi koje odnose kupac – dobavljač treba unaprijediti. Glavna pitanja koja ovdje preduzeće treba

sebi da postavi su: 1) *Koje potrebe i očekivanja naši kupci imaju?* 2) *Koje potrebe i očekivanja mi poznajemo?* 3) *Šta ukazuje na to da li se mi povinujemo potrebama i očekivanjima naših kupaca?* 4) *Ako nismo zadovoljili njihove potrebe, šta je razlog našeg neslaganja sa našim kupcima?*

Popisivanje kupčevih primjedbi i želja, njegovih žalbi i benchmarking su važne metode poboljšanja kupčeve orijentacije ka organizaciji. Informacije u vezi mišljenja kupca u pogledu proizvoda ili usluge su od suštinskog značaja, i mogu se dobiti na nekoliko načina: anketiranjem kupaca, telefonskim intervjuima i panel diskusijama sa kupcima. Anketiranje kupaca je moćan alat za dobijanje informacija o tome šta kupac misli o proizvodu i šta očekuje. U principu, upitnici (ankete) sadrže različita pitanja, koja mogu varirati od organizacije do organizacije. Ovdje je nabrojano nekoliko indicija o tome kako pravilno formulisati ova pitanja:

1. Postavljati pitanja koja mogu dovesti do rezultata, tj. na koja će se dati odgovor koji će biti koristan.
2. Postavljati pitanja na koja se može dobiti odgovor. Kupac mora biti u situaciji da zna da odgovori na pitanje.
3. Postavljati jasna pitanja. Kupac ne bi trebalo da se dvoumi u vezi značenja ili namjere pitanja. Treba biti određen i ne treba postavljati komplikovana pitanja koja zahtijevaju komplikovane odgovore sa više od jedne rečenice.
4. Izbjegavati detaljisanje. Dodatna objašnjenja se po potrebi mogu zatražiti od nekih kupaca i nakon završenog anketiranja.
5. Postavljati pitanja koja imaju ograničen broj mogućih odgovora. To omogućava kupcu da odgovori brzo i precizno.
6. Kupac treba da pitanje smatra relevantnim. Ne treba uključivati specifična pitanja koja su od manje važnosti za kupca.
7. Pitati kupca o njegovom opštem zadovoljstvu. Na primjer: Uzimajući u obzir sve ove aspekte, kakvo je vaše opšte zadovoljstvo sa snabdjevačima o kojima se ovdje diskutuje?
8. Na kraju ankete (upitnika), uvijek treba pitati kupca koje pitanje je propušteno u anketi, a za koje on smatra da je važno.
9. Anketa ne treba da bude previše dugačka. Odgovaranje na sva pitanja ne treba da traje duže od 15 minuta. Ako je lista pitanja dugačka, kupci bi mogli postati razdražljivi i požuriti sa odgovorima.

Tabela 1. Primjer mjerenja zadovoljstva za jednu proizvodnu kompaniju	
Mogućnosti odgovora	Nivoi zadovoljstva
	veoma zad. zadov. neutralan nezadov. veoma nezad.
Isporuka je uredna	
Osoblje ljubazno	
Isporuka je u dogovorenom roku	
Kompanija je pouzdana	
Ima dobre ideje u vezi zahtjeva kupaca	
Stalno traži bolja rešenja	
Održava kvalitet koji odgovara zahtjevima kupaca	
Nadležne je lako je kontaktirati (telefonom)	
Daje dobru garanciju	
Proizvodna oprema je odgovarajuća	
Žalbe se obrađuju na stručan način	
Greške i popravke se rješavaju brzo	
Održava adekvatan odnos sa kupcima	

Žalbe kupaca se moraju posmatrati kao nešto pozitivno, kao mogućnost da se uči na greškama i da se proces poboljša na takav način koji će obezbijediti da se žalbe ne ponavljaju. One su važan izvor informacija za poboljšanje. Posle skupljanja podataka o kupcu, žalbe se moraju analizirati u cilju poboljšanja proizvoda ili usluge i odgovarajućih procesa.

Kompanija mora da smanji broj žalbi da bi eliminisala nezadovoljstva kupca, ali to je samo jedan, neophodan, ali nedovoljan uslov za pravo zadovoljstvo kupca. Da bi se postiglo istinsko zadovoljstvo kupca, kompanija mora da ostvari kvalitet ne samo eliminacijom direktnih uzroka žalbi, već mora obezbijediti proizvode izvrsnog, atraktivnog kvaliteta, tj. ostvariti ushićenje kupca.

Da bi se ilustrovao pristup orijentacije ka kupcu, u tabeli 1. je prikazano mjerenje zadovoljstva u proizvodnoj kompaniji korišćenjem Likertove petostepene skale (t.j. veoma zadovoljni, zadovoljni, neutralni, nezadovoljni, veoma nezadovoljni).

5. RELACIJA DOBAVLJAČ - ORGANIZACIJA

Povinovanje potrebama kupaca je neophodno radi njihovog prevođenja u specifikaciju proizvoda. U ovom dijelu posla se koristi tehnika strukturiranja funkcije kvaliteta (QFD). Obično je neophodno dogovarati se sa kupcem u vezi karakteristika proizvoda, što rezultira izvodljivošću i saglasnošću sa zahtjevima kupca, koji su mjerljivi i razumljivi u svim segmentima. Sve izjave kupca u vezi kvalitativnih aspekata proizvoda moraju biti prevedene u kvalitativne specifikacije za snabdevača. Mora se jasno i eksplicitno definisati o čemu se govori.

Potrebno je u organizaciji uspostaviti plan za poboljšanje orijentacije ka kupcu. Mnoge od ovih preporuka se takođe mogu primijeniti i na odnose organizacije sa spoljnim dobavljačem. Poželjno je tretirati dobavljače kao integralni dio organizacije. Treba slušati njihove ideje o tome kako se može tijesno i produktivno zajedno raditi, zatim formirati sa njima timove za unapređenje, tražiti njihove sugestije, pomagati im u poboljšavanju njihovih sopstvenih procesa, izgraditi uzajamno povjerenje i poštovanje, nagraditi ih ako su ostvarili poboljšanja, poželjno je da učestvuju u proslavama postignutih uspeha, uključivati ih u razvoj novih proizvoda i procesa i na kraju postati i sâm bolji kupac. Širenje kulture kontinualnog poboljšanja od strane neke organizacije ka svim njenim dobavljačima će osigurati da kvalitet ulaza bude dovoljan da potpomogne njene sopstvene ciljeve za poboljšanje. Ako je moguće, treba svesti na najmanju mjeru broj dobavljača i pokušati sa nekoliko najboljih i orjentisanih ka poboljšanju, koji pokazuju kulturu kontinualnog unapređenja i efikasno rukovođenje u top menadžmentu zasnovanom na dugotrajnom partnerskom odnosu.

6. ZAKLJUČAK

Preovlađujući pristup poslovanju može se nazvati profitna teorija poslovanja. Ali sami profit je nepouzdana procjena zato što je moguće da kratkoročni izvještaj prikazuje dobit usled likvidacije ljudskih resursa ili drugog kapitala. Profit treba ostvarivati zadržavanjem postojećih i privlačenjem novih kupaca kroz zadovoljavanje njihovih potreba i izazivanje njihovog ushićenja ostvarivanjem proizvoda izvrsnog kvaliteta.

Sveže implementirana unapređenja procesa i usluga trebaju biti razvijena na osnovu ljudskih resursa i podrške radnih sistema, u smislu zadovoljenja kupca i to razmatrati u svim odjeljenjima u organizaciji. Rezultat je zadovoljstvo obje grupe kupaca, i spoljašnjih i unutrašnjih.

Mjerenja zadovoljstva kupaca su važna, ali ona moraju biti prevedena u mjerenja onoga što kompanija mora interno uraditi da bi izašla u susret očekivanjima kupaca.

Rezultat mjerenja zadovoljstva kupaca obezbjeđuje značajne informacije za proces modernog menadžmenta i predstavlja upozoravajući signal o budućem poslovanju. Ovo omogućava razumijevanje toga kako kupci opažaju organizaciju, identifikaciju prioriteta za poboljšanje, upoređenje performansi organizacije sa drugim organizacijama i uvećanje profita kroz povećanje lojalnosti kupca.

Literatura:

- [1] Mr M. Heleta: "Zadovoljenje kupca kao generator promena u organizaciji", *Kvalitet*, godina XII • 7-8 • 2002, str.49-51.
- [2] M. Bokić: "Mjerenje i analiza zadovoljenja kupaca u funkciji unapređenja QMS", *Kvalitet*, godina XII • 7-8 • 2002, str.81-82.
- [3] X. Du, J. Jiao, M.M.Tseng: "Identifying customer need patterns for customization and personalization", *Integrated Manufacturing Systems*, 14/5 [2003], p.387-396
- [4] S. Wikström: "The customer as co-producer", *European Journal of Marketing*, Vol.30 No.4, 1996, p.6-19.

DIRECTIVES FOR CUSTOMER SATISFACTION MEASUREMENT

Dr M. Mijanovic Markus, assistant professor

Resume

Customer satisfaction is a survival key for any company and very important issue as well for productions as for services organizations. Company success depends on customer loyalty and customer satisfaction. Customer satisfaction requires a number of ingredients, all of which need to be considered. Consideration of customer needs and wishes, their complaints and remarks, and benchmarking are very important ways to improving customer orientation to supplier.



TEHNOLOŠKE INOVACIJE KAO PODSTICAJ RAZVOJA KOMUNIKACIJA/INFORMACIJA
FINANSIJSKIH IZVEŠTAJA I VICE VERSA
TECHNOLOGICAL INOVATIONS AS THE SUPPORT OF DEVELOPMENT OF
COMMUNICATIONS/FINANCIAL INFORMATION AND VICE VERSA

Prof. dr Lidija Romić, Prof. dr Mečanin Vučko

Ekonomski fakultet, Subotica, Segedinski put 9-11, Mašinski fakultet, Kraljevo, Moše Pijade 36/32

***Rezime** Uvođenje i primena nove tehnologije su često popraćeni određenim problemima, a uzroci su obično u neodgovarajućem upravljanju novom tehnologijom i nedovoljnom korišćenju njenih potencijala. Uvođenje Interneta u poslovanje i, u okviru toga u računovodstvenu praksu nalaže pažljivo planiranje, dobru koordinaciju i nadzor, te analizu i reviziju ostvarenih učinaka. Postupi li se tako Internet može biti moćno sredstvo povećanja produktivnosti rada analitičara, pa će se u tom slučaju pojmovi Interneta i produktivnosti zaista moći smatrati nadopunjujućima.*

KLJUČNE REČI: INTERNET, KOMUNIKACIJE I TEHNOLOGIJA

***Abstract:** Implementation and application of new technology are often followed with some problems, and the causes are usually an inadequate managing with new technology and insufficient use of their potentials. Implementation of Internet in the business, and especially in the accounting practice demands the carefully planning, controlling, and analysis and auditing of realized output. Doing the same manner the Internet could be a powerful tool of increasing productivity of analyst, and in this case the sense of Internet and productivity should really concerns as synonyms. In the*

KEY WORDS: INTERNET, COMUNICATION AND TECHNOLOGY

1. UVOD

Svet je danas postao globalan, ispresecan sa tokovima informacija, zato govoriti o malim zemljama nema više smisla, ili barem nema istog smisla, kao pre nekoliko godina. Nove tehnologije, posebno digitalne tehnologije, omogućuju cirkulaciju koja do sada nije bila poznata. U kibernetičkom okruženju, bilo ko i bilo gde, i u bilo koje vreme može da ima pristup, bilo kojoj intelektualnoj delatnosti. Bez sumnje, ovo je razvoj može biti upoređen sa pronalaskom štampe, pre pet vekova. Danas, tehnološka evolucija nas primorava na jedan drugi pogled gledanja, i to tehnički. Svesni smo, da su kao posledica digitalizacije, reprodukcioni procesi postali lakši i da su eliminisane granice. Sa druge strane, digitalizacija daje novu dimenziju širenju rada i proizvoda, čak i bez materijalne podrške On-line prenosi čine dostupnim posao svakome, ko je povezan sa elektronskom mrežom i omogućuje upotrebu svih poznatih procesa, za ekskluzivne i privatne ciljeve, ali i za komercijalne i industrijske svrhe. Šta više, rad se može modifikovati, kombinovati sa drugim, ili se mogu kreirati potpuno novi poslovi.¹

Pre nekoliko godina nismo mogli da predvidimo da će nove tehnologije doprineti promeni našeg društva u tolikoj meri, to smo mogli samo zamisliti, ali ne tako naglo i intenzivno, a pogotovo ne u ekonomskoj sferi. Evidentno je da postoji kontinuelni razvoj i za preduzeća je postalo neophodno da shvate šta će se dogoditi u budućnosti da bi se preduhitрили drugi na tržištu. Jedan ekonomista je rekao da je neophodno preći od jedne logike predviđanja i prilagođavanja ka jednoj drugoj logici - kreiranja budućnosti. Najbolji način da se predvidi budućnost je da se ona kreira. Danas se suočavamo sa ekonomijama koje kreiranjem budućnosti daju jak impuls informacionim procesima preduzeća. Zbog toga je informacija priznata kao pravi ključ konkurentne prednosti.

1. Dr Luiz Francisko Rebello, The impact of new technologies in the cultural field, World conference on culture 1998

Značaj tehnoloških inovacija i uopšte tehnološkog razvoja je u tome, da doprinose snižavanju troškova proizvodnje, unapređenju, diferencijaciji i proizvodnji kvalitetnijih proizvoda. Savremena oprema omogućava uštedu korištenog materijala. Primenom numerički kontrolisanih mašina se može izvršiti promena proizvodnog programa, usled čega se mogu proizvoditi diferencirani proizvodi. Unapređenje proizvoda i prihvatanje nove tehnologije zahteva niz uslova, od kojih je potrebno istaći dva ključna, a to su: ponuda kvalifikovane radne snage i sprovođenje istraživanja i razvoja. Sektor kapitalnih dobara, gde se proizvode nove mašine, alati instrumenti, utiče na prihvatanje tehnološkog progressa u drugim industrijama, budući da savremenija oprema omogućava proizvodnju novih ili unapređenje proizvoda i

Sa druge strane, zadatak analitičara je da identifikuje, definiše i naglasi ulogu komunikacije u poslovanju preduzeća, povezujući tu ulogu sa procesom analize budućih finansijskih informacija. Komunikacioni podsistem je jedan od najvažnijih i dobija sve više na značaju, stoga mora biti shvaćen za potrebe analize koja se vrši unutar preduzeća i koja ujedno obezbeđuje temelj na kojem mnogi drugi podsistemi firme počivaju.

Ukoliko različiti elementi sistema preduzeća ne dobiju neophodne informacije, oni ne mogu da izvrše svoje specifične funkcije. Ako informacija koju podsistemi preduzeća primaju nije efikasno saopštena, informacija će biti iskrivljena i ponašanje koje iz toga proizlazi će biti neadekvatno. Jasno je, da je kreiranje i upotreba sistema internih informacija/komunikacija od vitalnog interesa za analitičara. Takođe se ove informacije obezbeđuju za eksterne interesente i njihov proces komunikacije.

Kao što je prethodno napomenuto, ovaj rad će se fokusirati na ulogu komunikacija u poslovanju preduzeća. Ali postoje takođe i drugi podjednako važni komunikacioni procesi. Oni uključuju komunikacione procese između preduzeća i poslovnog okruženja, isto kao i između analitičara i celokupnog procesa za prikupljanje i analizu budućih finansijskih informacija. Komentari koji su učinjeni u ovom radu se odnose podjednako i na ove druge procese, koji će biti prezentirani i raspravljani.

2. OSVRT NA KOMUNIKACIONU TEORIJU

U osvrtu na komunikacionu teoriju, razmotrićemo tri nivoa komunikacionog problema.

Stvarno pitanje u informaciji je njena podesnost za odlučivanje. Da bi se odluka donela, potrebno je da oni koji donose odluku shvate suštinu poruke, koja u velikoj meri zavisi od komunikacije, stoga je komunikacija relevantna kada se razmatraju sve finansijske informacije, bilo istorijske ili buduće.²

Osnovno tradicionalno razmatranje i analiza komunikacionog problema su istražena od Shanon-a i Weaver-a. Weaver je ukazao na tri nivoa komunikacionog problema. Oni su dati u nastavku:

Nivo A: Tehnički problem se bavi sa time, koliko se precizno simboli komunikacije mogu preneti. Primarna važnost je precizni prenos poruke, radije nego njeno značenje, relativna vrednost, svrha ili značaj.

Nivo B: Semantički problem se bavi sa time, koliko se precizno preneseni simboli prevode željenom značenju. Ovde je glavni akcenat na tome, kako je poruka interpretirana, radije nego namenjeno značenje poruke ili preciznost njenog prenosa.

Nivo C: Problem korisnosti se bavi sa time koliko se efektivno primljeno značenje odražava na ponašanje primaoca. Psihološke i emotivne reakcije su značajne na ovom nivou analize.

Mada se većina početnog rada u komunikacionoj teoriji fokusira na nivo A, što je u suštini tehnički problem, većina istraživanja danas se fokusira na nivo B i C, ishode semantike i efektivnosti. Sva tri nivoa su od značaja za analitičara. Postoje različite pojave koje analitičar mora da uzme u obzir. Sa jedne strane, je ispitivanje sistema unutar projektovanog preduzeća. Poslovanje preduzeća se odražava ili bi moralo u budućim finansijskim izveštajima. Sa druge strane, drugi deo analize zahteva procenu činjenica u sadašnjosti

2. Frank J. Kopczyński, *Prospective Financial Statement Analysis*, 1996 USA, p.33

i komunikacija koje su učinjene od dizajnera tih budućih finansijskih izveštaja. Šta su njihovi trenutni ciljevi? Proklamovani, projektovani ciljevi su raščlanjeni i uobličeni u budućim finansijskim izveštajima. Ali, šta su u stvari, pravi ciljevi koji motivišu kreiranje budućih finansijskih izveštaja?

Nedavni izazovi unutar zajmova i bankarskih institucija demonstriraju ovaj problem. Većina finansijskih informacija na koje se bankari oslanjaju, mada sadržajno odražavaju nameravane aktivnosti, imaju veoma malo veze sa stvarnošću. U stvari, stvarna svrha mnogih komunikacija je samo da osigura zajam koji je bitan. Neuspeh analitičara je uzrokovan često nedostatkom svrshodnosti tih dokumenata. Ovo je rezultiralo ne samo neuspehom projektovanih preduzeća, već takođe i neuspehom mnogih finansijskih institucija.

3. KOMUNIKACIONI MODEL

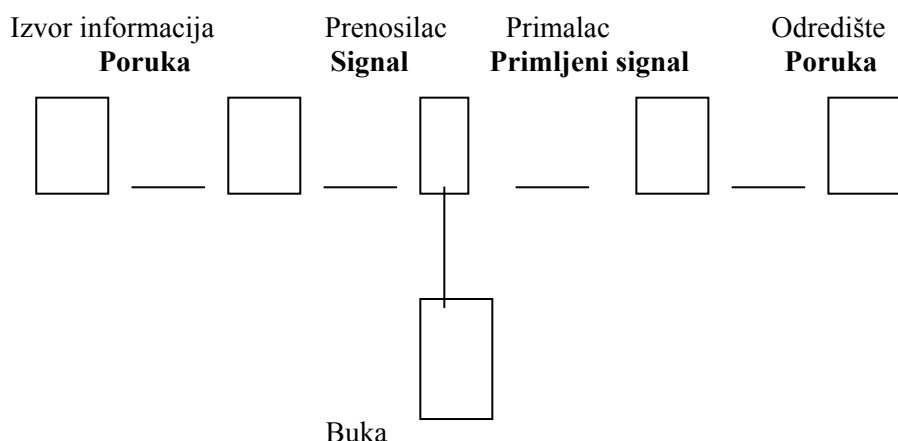
Poslednjih godina je mnogo napisano o komunikacionoj teoriji. Pet ključnih delova komunikacionog modela su:

- Izvor informacija, koji produkuje poruku ili tok poruka za odredište. Poruka može da bude poslata putem telegrafa, radija, telefona, televizije, komunikacijom lice u lice, ili drugim sredstvima.
- Prenosnik, radi na poruci na način da proizvede prikladan signal za prenos preko kanala (ovaj proces se naziva kodiranje). Na primer, ako je poruka poslata telefonom, operacija se sastoji u promeni jačine zvuka u proporcionalan električni naboj.
- Kanal je sredstvo za prenos signala od pošiljaoca do primaoca. Na primer, može da se sastoji u paru žica, u vrsti radio frekvencije, ili u zraku svetlosti.
- Primalac rekonstruiše poruku od signala (ovaj proces se naziva dekodiranje).
- Destinacija ili primalac je osoba ili predmet kome je poruka namenjena.

Detaljan šematski prikaz komunikacionog modela je prikazan u slici 3-1.

Kretajući se kroz model, izvor informacija vrši izbor i produkuje poruku. Poruka je poslata preko prenosioca. Prenosilac menja poruku u signal, koji transportuje poruku. Kanal je posrednik od prenosioca do primaoca. Primalac podiže poruku i tada je ona transportovana na nameravano odredište. Buka postoji u modelu i to je bilo koji oblik koji ometa pažnju i meša se sa signalom.

Slika 3-1 *Komunikacioni model*



4. VREDNOST INFORMACIJE

Drugi važan ishod komunikacionog modela je vrednost informacije. Kada govorimo o vrednosti informacije, tada je jasno da je ona određena sadržajem informacije. Potvrđeno je, da postoji mala vrednost informacije, ako se malo dobija viškom informacije tj. sa svakom dodatnom informacijom. Informacija je smanjenje u stepenu nesigurnosti date situacije. Veći deo pojmova vrednosti se bazira na percepciji /opažanju/. Ovo stvara neke moguće probleme za računovođe. Većina praktičara polazi od jake pozitivističke pozadine u kojoj su apsoluti često pretpostavljeni. Informacija je nastala, ako ona ima neko apsolutno značenje unutar i sama po sebi.

Ovo je posebno istina za manje sofisticirane korisnike tih pojava. Stvarna vrednost informacije je samo u korisnosti te informacije. Sistemi unutar okruženja treba da zadovolje komunikacione potrebe. Ali, još važnije analitičar, imajući potvrdu da je sistem adekvatan, mora da prilagodi komunikacione potrebe i takođe mora biti osetljiv u odnosu na sadržaj u kojem je komunikacioni dokument koji se analizira prezentiran. Stvarnost je da su brojevi samo simboli i da odražavaju ideje osobe koja je napisala budući finansijski izveštaj. Oni ne predstavljaju nužno bilo koju fizičku realnost. Ovaj koncept predstavlja problem za mnoge računovođe. Mnogi od brojeva koji su obračunati u analizi budućih finansijskih izveštaja su bazirani na čistoj prikladnosti. Oni, ponavljamo nisu bazirani na bilo kojoj fizičkoj realnosti. To je izazov za analitičara, da razvrsta brojeve kroz ova potencijalna ograničenja, kako bi se razumela prezentirana informacija.

5. ASPEKT EFIKASNOSTI INFORMACIONE TEORIJE

Do nedavno, rasprava o komunikaciji se fokusirala na tehnički i semantički aspekt komunikacije. Ovde će se raspraviti efekat koji prenesena poruka ima za primaoca poruke.

Efikasnost se obično shvata kao efekat koji poruka ima na primaoca poruke. Taj efekat će biti određen svim onim što je prethodilo poruci u uslovima primaoca. U tom smislu, taj efekat će biti ustanovljen stavom koji primaoc ima prema poruci – mentalnim stanjem ili mentalnom pristankom primaoca.

Mentalni pristanak je uslovljen sa:

1. Instrukcijama – formalnim i neformalnim,
2. Okruženjem,
3. Formom poruke,
4. Sistemom prenosa,
5. Raspoloživim znanjem o izvorima.

5.1 Instrukcije

Deo odnosa koji primalac ima prema poruci je u vezi sa primljenim instrukcijama. Neke instrukcije su neformalne, a neke formalne. Obe konstituišu predispoziciju kako će poruka biti primljena.

Predispozicija je zbog instrukcije posebno važna za analitičara. Nekad su on ili ona ohrabreni izvesnim zaključcima u vezi sa budućim finansijskim izveštajima. Analitičar treba da bude osetljiv prema ovome i ne sme da dozvoli da njegova objektivnost bude poljuljana ovom instrukcijom.

5.2 Okruženje

Drugi deo mentalne postavke primaoca je okruženje. Smisao i osećaj okruženja postaju deo mišljenja primaoca. Ovo predisponira primaoca da primi podatke na izvestan način. Kao i sa instrukcijom, važno je za analitičara da bude svestan ove mentalne postavke i da ne dozvoli da ona utiče na njegovu /ili njenu analizu.

5.3 Forma poruke

Forma može da utiče na značenje. Mnogi aspekti poruke mogu da utiču zavisno od toga kako su primljeni, zavisno od boje, veličine i predmeta. Svi ovi aspekti mogu da utiču na poruku.

Uticaj forme je često zanemaren od strane analitičara. Često nismo svesni kako prezentiranje finansijskih informacija može da utiče na prihvatanje ili odbacivanje takve informacije. Zato treba uvažavati ovu predispoziciju u funkciji analize.³

5.4 Sistem emitiranja

Sistem emitiranja može da utiče na mišljenje primaoca. Bilo da koristimo pisanu ili govornu komunikaciju, telefon, kompjuter ili faks, svi navedeni imaju značajan i različit uticaj na primaoca. Drugi važan aspekt se tiče usklađenosti prijema poruke. Bilo da neko koristi sistem stvarnog vremena ili ne, u istraživanju budućih finansijskih izveštaja, ovaj elemenat može takođe da ima uticaj na komunikacije.

Efekat ovih potencijalnih varijanti unutar sistema prenosa i njihov uticaj na proces analize treba da bude uvažavan od strane analitičara, ako on ili ona žele efikasno da obavljaju funkciju analize.

5.6 Znanje o izvorima

Prethodno saznanje o izvorima uslovljava izvesna očekivanja. Ova očekivanja imaju definitivan uticaj na primanje poruke.

Prethodno saznanje može da ima veliki uticaj na naša tumačenja primljene poruke. Ovo je od posebne važnosti za analitičara. Prethodno saznanje može da bude povoljno ili nepovoljno, ali oba ometaju objektivno izvršavanje funkcije analize.

ZAKLJUČAK

Analitičar ne mora da bude pravi ekspert na polju komunikacija, ali mora da uvažava posledice komunikacija i da bude razumno svestan svih indikacija. Razuman smisao i dobro istraživanje preduzeća može da obezbedi pogled koji će efikasno da odgovori zadatku. Analitičar treba da bude takođe svestan sve složenosti, kao i svih beneficija koje proizlaze iz smislenog ispitivanja komunikacionog faktora u analizi budućih finansijskih informacija.

Postoje izvesni ključni delovi informacije koji su bitni za uspeh bilo kojeg preduzeća. Oni se nazivaju kritičnim faktorima uspeha. Ovi delovi informacije su bitni za upravljanje i analizu postojećeg preduzeća. Sa budućim finansijskim informacijama izazov postaje još veći.

Kada je reč o primeni novih tehnologija u procesu upravljanja i poslovanja preduzeća kao ključnog faktora uspeha, neophodno je istaći da su za izbor, implementaciju, efikasno korišćenje i adaptaciju ili unapređenje tehnologije potrebna znanja i veštine viskokvalifikovanih radnika: inženjera, tehnologa, programera, menadžera. Ulaganje u istraživanje i razvoj vodi efikasnijem prihvatanju tehnologije ukoliko se vrši radi adaptacije i unapređenja transferisane tehnologije. Da bi se transferisana tehnologija pravilno koristila, potrebno je da se izvrši pravilan izbor tehnologije, da se osposobi radna snaga, izvrši analiza sirovina koje se upotrebljavaju, kontroliše kvalitet proizvoda. Ulaganje u istraživanje i razvoj doprinosi zbog toga efikasnom prihvatanju nove tehnologije.

3. Robert Kaplan and David Norton, The Strategy Focused Organisation, Harvard Business Scholl Press, 2001

Analitičar mora da predvidi koji će nosioci biti najvažniji za uspeh preduzeća. Identifikovanje specifičnih elemenata predstavlja izazov, ne samo za osobu ili osobe odgovorne za razvoj budućih finansijskih izveštaja, već i za analitičara koji mora da ima realno procenjivanje poslovanja uopšte, i specifične industrije koja se posebno ispituje. Poslovanje se odvija na jedan način na papiru, i na drugi način u stvarnosti. Kritisna masa nephodna za uspešno izvršenje poslovnog plana je kombinacija mnogih različitih varijabli. Sposobnost bilansiranja i obračuna bilansa, različitih jakosti i slabosti je od suštinske važnosti za menadžera i analitičara.

LITERATURA

1. Frank J. Kopczynski, Prospective Financial Statement Analysis,, 1996 USA, p.33
2. Russ Banham, "Revolution in planning", CFO Magazine, August 1999
3. Robert Kaplan and David Norton, The Strategy Focused Organisation, Harvard Business Scholl Press, 2001
4. John Fanninf, 21 Century Budgeting, ICAEW, Issue 29, March 2000
5. Fran Littlewood, "Look beyond the budget", the Times 11 January 2000
6. Jeremy Hope and Robin Fraser, Beyonf Budgeting, Financial management, the magazine from CIMA, february 2001



M.Šljivančanin, M.Tešić*

POKAZATELJI KVALITETA OBRADNE GRANITNOG RADNOG STOLA ZA LASERSKI MERNI SISTEM

Rezime

Granit u funkciji kontrole kvaliteta mašina alatki i radne tačnosti, predstavlja potvrdu pouzdanosti i nalazi široku primenu u mašinskoj industriji.

Obrada granitnog stola IMPALA DARC (1800x1000x50), postupcima sečenja, glodanja, brušenja, poliranja i završna provera tačnosti mera i oblika radne površine, ispunjavaju propisane zahteve tačnosti od 0.1mm/m, i nesmetan rad laserskog mernog sistema.

Ključne reči: Laserski merni sistem, radna tačnost, kontrola kvaliteta

1.0. Uvod

Kvalitet obrade zavisi od mnoštva faktora, pre svega osnovni pokazatelji su geometrijska i kinematička tačnost mašine i alata i poremećajnih faktora koji učestvuju u definisanju završnog kvaliteta tačnosti izrade obratka. Tačnost izrade obratka u mnogome zavisi od tačnosti rada mašine alatke i postojanosti alata, i drugih faktora koji će biti razmatrani u ovom radu. Rezultat uticaja pojedinih faktora razmatran je kroz proveru ravnosti radne površine granitnog stola čiji su polazni zahtevi propisani sa tačnošću 0.1mm/m.

2.0. Osnovni pokazatelji kvaliteta obrade radnog stola od granita IMPALA DARC

Fizičko mehanička svojstva granita IMPAL-e (Tab.1) pružaju mogućnost ispunjenja postavljenih zahteva za pouzdan i tačan rad laserskog mernog sistema tj. ispunjenje zahteva radne tačnosti, smanjenje zaostalih napona u materijalu, smanjenje uticaja temperaturnih razlika, ostvarenje propisanih geometrijskih oblika, ravnost obrađene površine u granicama propisane tačnosti.

2.1. Fizičko mehanička svojstva granita IMPALA DARC

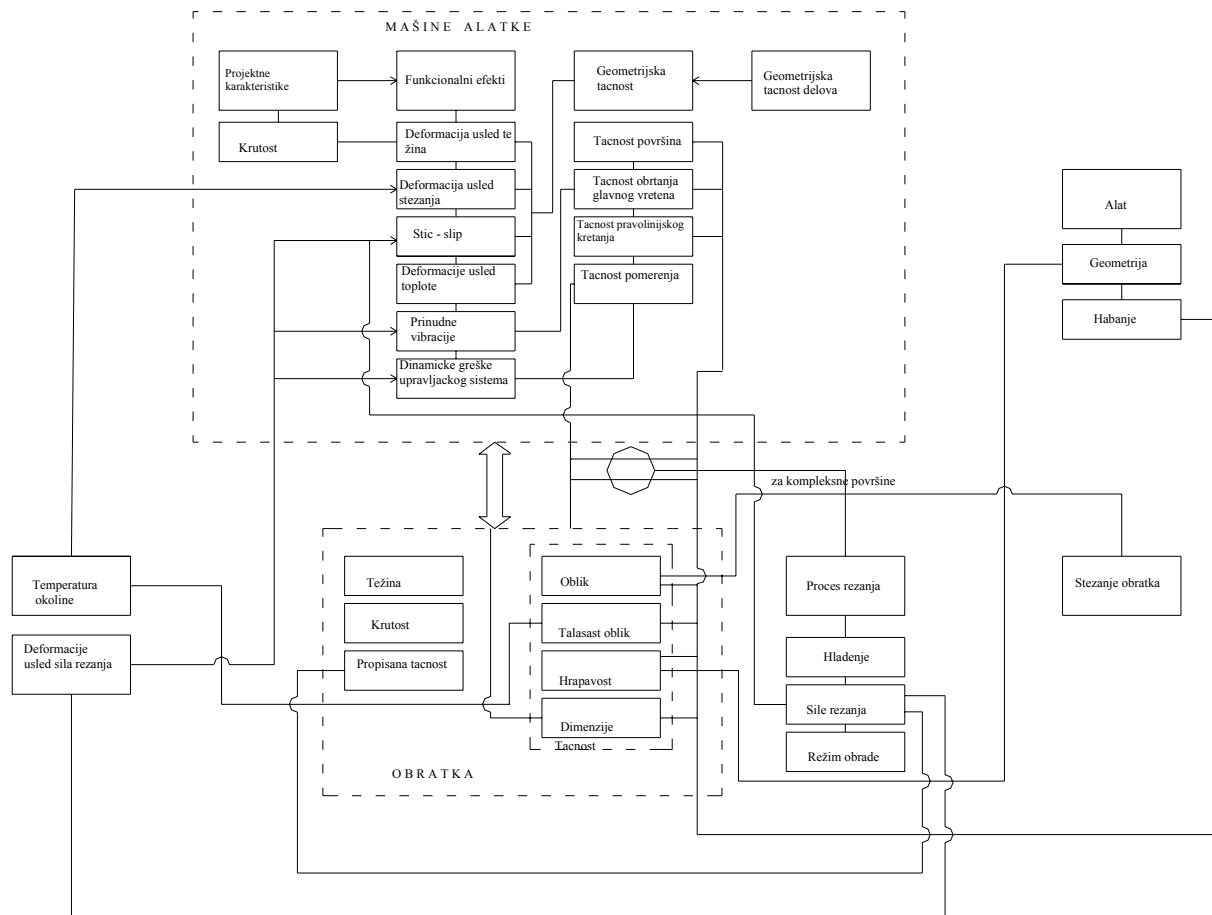
Tabela 1

ZAPREMINSKA MASA	Kg/m ³	2840-2880
ČVRSTOĆA NA PRITISAK	MPa	225-230
ČVRSTOĆA NA SAVIJANJE	MPa	22-23
UPIJANJE VODE	%	0.08-0.12
OTPORNOST NA HABANJE	Bohm	7.8

* mr.Milivoje Šljivančanin dipl.ing.maš., Maja Tešić dipl.ing.rud., "Moravamermer,, A.D., Gospodara Vučića 225, Beograd 2412679 , 2412079

2.2. Analiza grešaka koje utiču na kvalitet obrade granitnog radnog stola

Izrada granitnog radnog stola uslovljena je uticajem velikog broja faktora, koji su dati na dijagramskom prikazu *sl.1*, koji definišu ukupnu tačnost. Kvalitet obrade obratka izrađenog od granita, definisan je kvalitetom ravnosti površine čija je propisana klasa hrapavosti N6-N8. Obrada granitnog stola nezamisliva je bez analize sledećih uticajnih grešaka: statičke krutosti obradnog sistema usled sila rezanja i stezanja, montaže i kontrola postavljenih elemenata, postojanosti alata, temperaturnih promena, unutrašnjih napreznja, geometrijska greška mašine i alata, regulisanja obradnog sistema i tehnološkog procesa obrade.



slika 1 – Dijagramski prikaz uticajnih faktora na kvalitet obrade granitnog stola

a) statička krutost obradnog sistema usled sila rezanja Δ_1

$$\Delta_1 = \frac{F_r}{k_{sis}} = \frac{C_r \cdot s^z \cdot (HB)^n \cdot t^x}{k_{sis}} \quad (1)$$

gde je:

F_r -sila rezanja; C_r -stalni koeficijent (zavisi od vrste materijala koji se obrađuje); s -korak; t -dubina rezanja; z, n, x - parametri obradljivosti;

$K_{sis} = f \cdot (k_M, k_a, k_{pr}, k_o)$ - krutost sistema

k_M -mašine, k_a - alata, k_{pr} - pribora, k_o - obratka

b) statička krutost obradnog sistema usled sila stezanja Δ_2

$$\Delta_2 = \frac{F_p}{k_p} \quad (2)$$

gde je:

F_p -sila pritiska; $A \rightarrow 0 \leftarrow R_{ppr}$ tačka kontakta

k_p -krutost dodirnog čvora(tačka dodira)

c) greška montaže i kontrola postavljenih elemenata Δ_3

$$\Delta_3 = \sqrt{\Delta_b^2 + \Delta_s^2 + \Delta_{bp}^2} \quad (3)$$

Δ_b -greška baziranja

Δ_s -greška stezanja

Δ_{bp} -greška odstupanja od zadate pozicije

d) greška postojanosti alata Δ_4

Habanje alata predstavlja bitan faktor tačnosti obratka

$$\Delta_4 = \mathbf{f}(U_{sp}) \quad (4)$$

gde je U_{sp} -specifično habanje, zavisi od putanje alata

e) greška nastala usled temperaturnih dilatacija Δ_5

Temperaturne razlike bitno utiču na ponašanje materijala koji se obrađuje izazivajući razne promene na obratku, iz tog razloga neophodno je sprovesti detaljnu analizu, u zavisnosti od vrste namene

$$\Delta_5 = \mathbf{f}(\mathbf{T}) = \int_0^l \alpha t dx \quad (5)$$

f) geometrijska greška elemenata mašine i alata, Δ_6 , je važan faktor analize i zahteva posebnu analizu i ispitivanja

$$\Delta_6 = \mathbf{f}(\mathbf{G}_{tm/a}) \quad (6)$$

g) greška usled unutrašnjih naprezanja materijala i zaostalih napona Δ_7

Unutrašnja naprezanja mogu biti uzrok pucanja materijala prilikom obrade, i zato je potrebno posebno razmotriti ovaj uticaj, sa detaljnom analizom.

$$\Delta_7 = \mathbf{f}(\sigma) = \frac{1}{2} (\theta_2 - \theta_1) \alpha E \quad (7)$$

θ_2, θ_1 , -temperature u zoni obrade
 α -koeficijent širenja materijala
 E-modul elastičnosti materijala,

h) greška tehnološkog procesa obrade Δ_8

Projektuje eliminaciju svih faktora koji utiču na propisano odstupanje

i) greška regulisanja Δ_9

$$\Delta_9 = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{sl}}{\sqrt{m}}\right)^2 + \Delta_{ru}^2 + \Delta_{mer}^2} \quad (8)$$

gde je $\Delta_{iz} = \frac{\Delta_{sl}}{\sqrt{m}}$ - greška pomeranja centra grupisanja

Δ_{sl} -polje trenutnog rasturanja greške

Δ_{ru} -greška regulacionog mehanizma za postavljanje alata

Δ_{mer} -greška merenja

m-broj mernih uzoraka

Δ_p -**proizvodna greška**

$$\Delta_p = \mathbf{f}(\Delta_{zo} - \Delta_{io}) = \mathbf{f}(\Delta_{so}, \Delta_r, \Delta_{m/k}, \Delta_\delta, \Delta_o) \quad (9)$$

Δ_{zo} -odstupanja od zadatih dimenzija, Δ_{io} -odstupanja izmerenih dimenzija, Δ_{so} -greška sheme obrade

Δ_r -greška regulisanja, $\Delta_{m/k}$ -greška montaže i kontrole, Δ_δ -greška baziranja,

Δ_o -greška obrade

$$\Delta_u = \mathbf{f}(\Delta_M, \Delta_p, \Delta_a, \Delta_{rk}) \quad (10)$$

gde je:

Δ_M - mašina, Δ_p - pribora, Δ_a - alata, Δ_o - obradka

Ravnost obrađene površine radnog stola (sl.2.) definisana je izrazom:

$$\mathbf{R}_a = \frac{1}{l} \int_0^l y dx = \mathbf{f}(\mathbf{z}, \mathbf{k}, \mathbf{P}_h, \nu, \mathbf{x}_v, \mathbf{y}_z, \mathbf{P}_g, \mathbf{A}_k, \mathbf{N}) = \mathbf{f}\left(\frac{A}{M}\right) \quad (11)$$

koji definiše hrapavost obrađene površine (sl.2.b,c,)

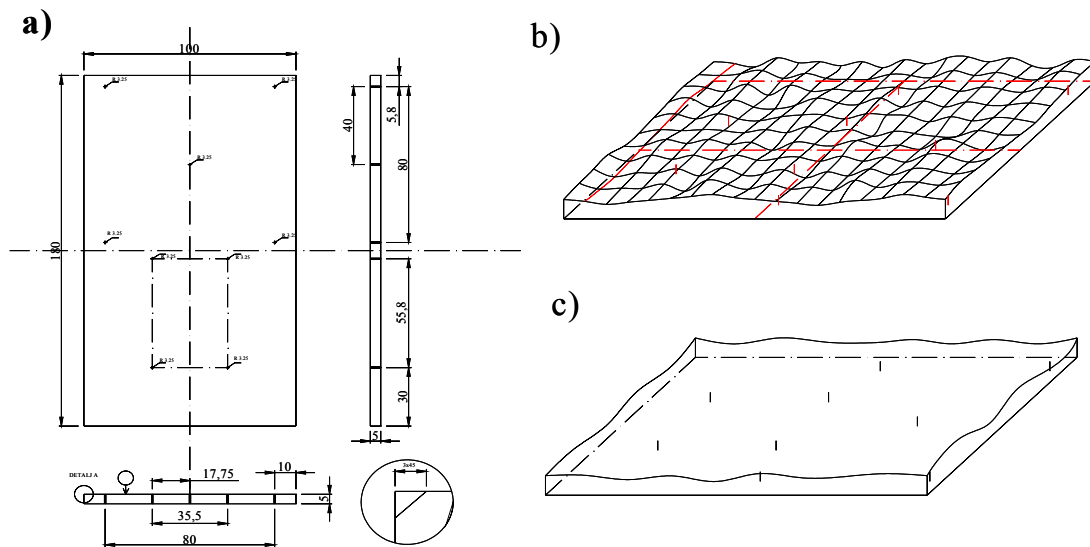
gde su:

z - zrnovnost, k - koncentracija, P_h - sila pritiska, ν - brzina poliranja, x_v - marka veziva, y_z - marka zrna, P_g - sila gnječenja, A_k - kontaktne površine, N - vrsta materijala.

I zavisnim odnosom veziva i abrazivnog zrna, koji su u funkciji

$$\frac{x_v}{y_z} = \mathbf{f}\left(\frac{E_v, \mu, k_s, l_o}{E_z, \mu, k_s, l_o}\right) \quad (12)$$

E - modul elastičnosti, μ - Poasonov koeficijent, N - vrsta materijala, k_s - koeficijent odsaja površine
 l_o - odos alata i materijala



slika 2.- granitni radni sto (a) sa pokazanim primerima (b,c) ravnosti obrađene površine

3.0. Zaključak:

Proverom kvaliteta obrade ravnosti površine granitnog stola postignut je propisani nivo tačnosti od 0.1mm/m. Tačnost obrade ravne površine stola kontrolisan je primenom laserskog mernog sistema i kolimatorom. Rezultati su obrađeni u softveru koji je sastavni deo logistike laserskog mernog sistema.

Summary

Granite in function of quality control mechanicals tool and work accuracy represent confirmation of the reliable and adequate application in mechanicals industry.

Processing granite table IMPALA DARC (1800x100x50) , sawing, milling, surfacing, polishing and final testing of measures and shape, accurately surface with 0.1mm/m, and undisturbed work of laser measuring system.

Key words: Laser measurement system, work accuracy, quality controle

4.0. Literatura

1. Kalajdžić, M., Tehnologija mašingradnje, Mašinski fakultet, Beograd ,2002.
2. Kalajdžić, M., Tanović, Lj., i dr., Tehnologija obrade rezanja, priručnik, Mašinski fakultet, Beograd, 2001.
3. Шливанчанин М.Калайджич М.Оценка качества обработанной поверхности мрамора и контроль ее шероховатости Ялта ,2003
4. Šljivančanin M. Geometrijska tačnost mašina alatki, Magistarski rad, Beograd, 1991.



Svetlana Vukas

ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI PROJEKTOVANJA SISTEMA UPRAVLJANJA KVALITETOM PO MERI ORGANIZACIJA ČIJA JE DELATNOST ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ¹

Rezime:

U predhodnom periodu došlo je do velikog pada proizvodnje posebno u velikim organizacijama čija je proizvodnja bila projektovana za tržište koje je pre desetak godina bilo znatno veće. Najveći problem su organizacije čiji proizvodi spadaju u proizvode visokog nivoa. U takvim organizacijama sektori za razvoj imali su intenzivnu istraživačko-razvojnu aktivnosti. Neke od tih organizacija su imale ili još uvek imaju razvojno istraživačke centre čiji kapacitet u znanju, kompetencija ljudskog resursa i donekle oprema daleko prevazilaze trenutne potrebe i sposobnosti organizacija u okviru kojih su se razvile. U ovom radu istraživana je mogućnost da se u jednoj takvoj organizaciji razvojem sistema upravljanja iskoriste nedovoljno iskorišćeni kapaciteti ovih veoma značajnih resursa, kako za potrebe same organizacije tako i šire.

UVOD

Sve više veliki svetski proizvođači sa proizvodima visokog nivoa se okreću se usavršavanju sistema upravljanja kvalitetom, čime žele da ostvare bolje iskorišćenje postojećih kapaciteta i resursa posebno u oblasti istraživanja i razvoja. Sledeći ovakav pristup neke organizacije čiji proizvodi spadaju u proizvode visokog nivoa (NASA, Ford, GM, idr.) i koje se intenzivno bave istraživanjem i razvojem novih tehnologija i proizvoda, rezultate tih istraživanja razvijaju dalje kako bi mogli da se koriste i za proizvode namenjene širem krugu korisnika.

U našoj zemlji ovakav pristup mogao bi da bude koristan jer postoje još uvek organizacije koje su imale ili još uvek imaju razvojno istraživačke centre čiji kapacitet u znanju, kompetencija ljudskog resursa i donekle oprema, daleko prevazilaze trenutne potrebe i sposobnosti organizacija u okviru kojih su se razvile.

Nov pristup upravljanju u takvim organizacijama može doprineti da se dragoceni resursi ovih organizacija iskoriste za unapređenje i dalji razvoj.

PRIPREMA ORGANIZACIJE ZA PROJEKTOVANJE SISTEMA UPRAVLJANJA KVALITETOM

Standard ISO 9000:2000 omogućava fleksibilniji pristup u projektovanju sistema upravljanja kvalitetom. Razvoj novih tehnologija kao što su: informacione tehnologije, modularnost, standardizacija i dr. nametnule su potuno nov pristup u upravljanju organizacijom koji zahteva promenu u svim elementima organizacije kako u proizvodnji tako i u logističkoj podršci. Prihvatanje novog pristupa zahteva promenu vizije organizacije i stavljanje istraživanja i razvoja na prvo mesto. To je podrazumeva i velike: strukturne promene, uvođenje novog načina upravljanja, promenu kulture u organizaciji i dr.

Stvaranje ovakvog okruženja otvara mogućnost za istraživanje u pravcu kreiranja posebnog modela sistema upravljanja kvalitetom za funkciju istraživanja i razvoja, koji bi omogućio da funkcija istraživanja i razvoja iskoristi sve svoje kapacitete. Takav sistem kvaliteta treba da bude:

¹ Dipl.maš.ing. Svetlana Vukas, IMR-Institut, ++381(0)113564031, E-mail: ceca@imr-institute.co.yu

- Specifičan u meri u kojoj je specifična istraživačko razvojna funkcija
- Kompatibilan sa sistemom kvaliteta koji postoji organizaciji (min ISO 9000:2000), koji podrazumeva procesni pristup upravljanju
- Zasnovan na konceptu i principima TQM

Specifičnosti organizacija ili funkcija koje se bave istraživanjem i razvojem su:

- “Proizvod” u ovim organizacijama je projekat koji može biti potpuno nov proizvod ili usluga, inoviran proizvod ili usluga ili jedno i drugo.
- Veliki je broj korisnika sa različitim zahtevima i potrebama kao što su: javne službe-država, organizacije iz privrede, sama organizacija i dr.
- Veliki broj zaposlenih sa visokostučnim znanjima iz različitih oblasti.
- Strukturu zaposlenih čini uglavnom skup pojedinaca sa visokostučnim i specifičnim znanjima koncentrisanim kod pojedinaca.
- Optimalne rokove realizacije projekata je teško unapred definisati.
- Merenje i verifikacija kvaliteta rezultata je teško ostvarljiva i vrlo često vidljiva mnogo posle završetka projekta.
- Vrlo često je prisutna fluktuacija posebno visokostučnog kadra zbog nedovoljne motivacije.

Koncept TQM i modeli TQM otvaraju mogućnost istraživačko razvojnim organizacijama da definišu zahteve koji u dovoljnoj meri obezbeđuju organizaciji da prati i meri kvalitet i prati i meri svoje poslovne performanse.

DEFINISANJE SISTEMA UPRAVLJANJA KVALITETOM

Da bi se definisao sistem upravljanja kvalitetom koji će imati najoptimalniji efekat potrebno je istražiti i sprovesti sledeće aktivnosti:

- definisati sve procese,
- analizirati svaki proces pojedinačno u postojećoj konstalaciji,
- izdvojiti najuticajnije odnosno najvažnije procese,
- analizirati strukturu procesa, odnosno njihovu fleksibilnost, efikasnost i efektivnost

To bi trebalo postići sprovođenjem “*procesa reinženjeringa*” čiji cilj treba da bude:

- Definisanje Procesa istraživanje i razvoj sa svim njegovim podprocesima
- Definisanje najuticajnijih procesa i njihovo unapređenje
- Ukidanje nepotrebnih (neefikasnih) procesa
- Stvaranje novih procesa koji će poboljšati fleksibilnost, efikasnost i efektivnost

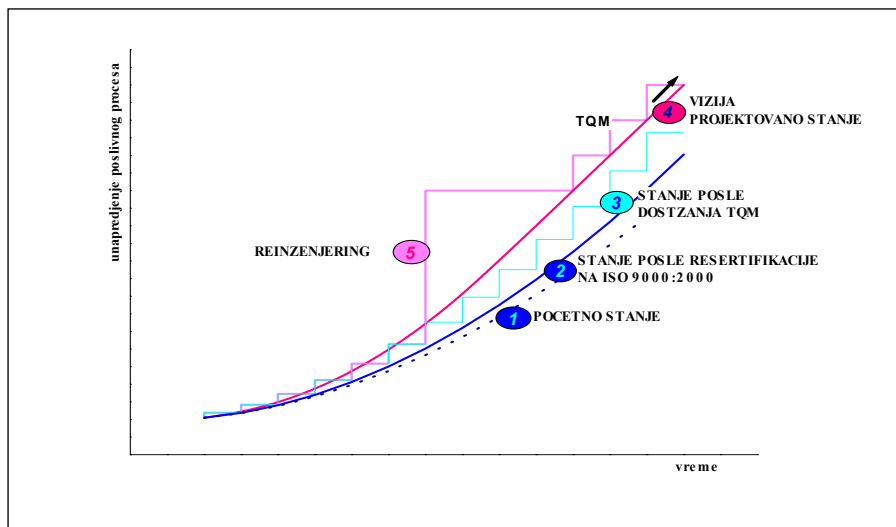
Glavni rezultat reinženjeringa treba da bude:

- Prelazak sa funkcionalnog oblika upravljanja na procesni
- Uspostavljanje komunikacije između top menadžmenta koji definiše: viziju, politiku, strategiju i resurse organizacije i sprovodi ih metodom “odozgo na dole”(Top-Down) i zaposlenih koji realizacijom, merenjima i analizom poslovnih procesa definišu pravce istraživanja i razvoja organizacije i sprovodi ih metodom “odozdo na gore”(Bottom-Up).
- Promena načina izvršenja posla sa krajnjim ciljem da bi bili zadovoljeni zahtevi i očekivanja: korisnika, očuvani interesi vlasnika, menadžmenta, zaposlenih, dobavljača i društva u celini.
- Odbacivanje neefikasnog načina obavljanja posla i ponovno započinjanje istog na nov način odnosno “generalno spremanje” pojedinih procesa.
- Orjentacija prema realizaciji procesa, da bi se eliminisale podele i konflikti i usvojio koncept timskog rada.

Da bi se sproveo reinženjering poslovnih procesa potrebno je ispuniti sledeće uslove:

- Izvršiti analizu i sintezu procesa
- Izvršiti analizu raspoloživih resursa
- Analizirati ljudski resurs (rasporedjenost zaposlenih na poslovima na kojima daje maksimalan učinak)
- Definirati način vrednovanja (nagradjivanje i motivisanost u odnosu na kompetentnost i odgovornost)
- Definirati novu organizaciju poslova.

Reinženjering treba da donese promenu u razmišljanju i shvatanju upravljanja, gde je pre svega potrebno doneti odluku šta raditi, zatim na koji način i tek na kraju šta treba da bude rezultat. Rezultat ovakvog pristupa mora da bude drastično unapredjenje poslovnih performansi. Za istraživačko razvojnu delatnost, rezultat reinženjering mora biti i definisanje resursa i aktivnosti koji se mogu iskoristiti za sticanje novih korisnika. Na slici br. 3.5 se vidi očekivani tok unapredjenja organizacije u odredjenom vremenu sprovođenjem procesa reinženjeringa sa ciljem stvaranja ambijenta za projektovanje sistema upravljanja kvalitetom u istraživačko razvojnoj delatnosti.



Slika 3.5 – Prikaz unapredjenja poslovnog procesa primenom različitih oblika upravljanja

KREIRANJE SISTEMA UPRAVLJANJA KVALITETOM - DEFINISANJE KVALITETA

Kvalitet u istraživačko-razvojnoj delatnosti je veoma teško i definisati i verifikovati jer je teško naći način na koji bi se merili rezultati. Otežavajući faktori su:

- Planiranje projekata zbog same njegove sadržine, svodi se na planiranje velikog broja aktivnosti koje je na početku vrlo teško definisati.
- Po pravilu na početku istraživačkog projekta moguće je definisati samo ciljeve
- Detaljno planiranje moguće je definisati u toku realizacije samog projekta
- Tek se pri realizaciji se mogu sagledati ciljevi koje je moguće dostići pa se modifikuju u toku realizacije.
- Moguće je planirati samo upravljanje projektom a ne i rezultate istraživanja
- Kvalitet budućeg projekta na početku moguće je samo naslutiti na osnovu referenci resursa organizacije.
- Završni kvalitet se vidi kasnije ili na kraju projekta jer se i on u toku realizacije projekta razvija

Krajnji cilj istraživačko-razvojne organizacije mora biti dostizanje projektovanog kvaliteta, projektovanjem u svim definisanim procesima (podprocesima) Procesu istraživanje i razvoj i kontinualno unapredjenje organizacije kroz kontinualni razvoj sistema upravljanja kvalitetom. To nameće potrebu da organizacija definiše kvalitet u skladu sa istraživačko-razvojnom delatnošću kako bi postavila svoje ciljeve i definisala procese kojima će upravljati.

Proizvod ovakve organizacije je "Projektat". Rezultat "Projekta" treba da budu inovativna i optimalna rešenja, uz poštovanje dogovorenih rokova i bez prekoračenja planiranih troškova. Na osnovu

toga pod kvalitetom možemo podrazumevati *spособnost organizacije da realizuje projekat u predvidjenom roku bez prekoračenja troškova, pri čemu moraju biti ispunjeni zahtevi i očekivanja svih korisnika*. Usvajajući ovakvu definiciju za kvalitet, sistem upravljanja kvalitetom mora da obezbediti merljivost i to:

- Merenjem *Potencijala organizacije* preko merenja kvaliteta preispitivanjem: sistema upravljanja, raspoložive opreme, znanja izraženog kvalifikacijom i referencama zaposlenih.
- Merenjem *Procesa organizacije* kontrolisanjem procesa
- Merenjem *Rezultata organizacije* procenom pogodnosti ostvarenog rešenja (usluge) i njegove stvarne koristi za korisnika.

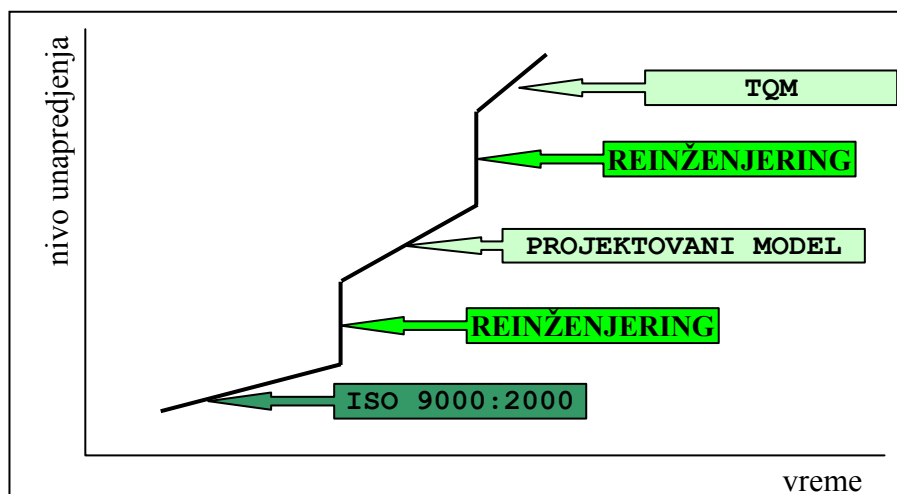
Ciljevi istraživačko-razvojne organizacije moraju biti definisani tako da zadovolje osnovnu delatnost organizacije a to je:

- Razvoj inovativnih i optimalnih rešenja koristeći sva raspoloživa i dostupna znanja, školovanje i obuku zaposlenih, održavanje, usavršavanje i inoviranje opreme.
- Kontinualno usavršavanje poslovanja razvojem i unapredjenjem sistema kvaliteta u cilju zadovoljenja potreba i očekivanja internih i eksternih korisnika.

Da bi se pristupilo projektovanju sopstvenog sistema kvaliteta potrebno je da rukovodstvo (Top menadžment organizacije) razume potrebu projektovanja sistema upravljanja kvalitetom kako bi svoju politiku orjentisao na kvalitet. Zato je zadatak rukovodstva da projektovanje sistema upravljanja kvalitetom definiše kao Projekat koji će realizovati Tim za realizaciju uz istovremeno stvaranje "klime", koja će obezbediti učešće svih zaposlenih.

Krajnji rezultat ovakvog projekta trebalo bi da bude model sistema upravljanja kvalitetom "po meri" organizacije, koji obezbedjuje kontinualno unapredjenje. Na slici 3.8 dat je prikaz očekivanog efekta od realizacije Projekta sopstvenog sistema upravljanja kvalitetom.

Slika 3.8 – Promena nivoa unapredjenja organizacije



UMESTO ZAKLJUČKA

Danas u svetu sve više istraživačko-razvijnih organizacija i instituta sertifikuje sopstveni sistem upravljanja kvalitetom radi efikasnijeg iskorišćenje unutrašnjih rezervi i smanjene troškova. Njihova iskustva nam mogu pokazati da je taj put moguć i u kom pravcu treba razvijati sisteme upravljanja. Ovaj posao zahteva mnogo napora jer ne postoje standardizovani modeli za upravljanje u oblasti istraživanja i razvoja a ni metode primenljive na sve organanizacije.

Organizacije koje se kod nas bave istraživanjem i razvojem i organizacije razvojno orjentisane sa bogatim istraživačko razvojnim nasledjem imaju veliku šansu da promenom prisupa upravljanju podignu efikasnost i efektivnost svojih organizacija

Edukacijom i obrazovanjem slobodnog visokostručnog resursa za oblasti: upravljanja kvalitetom, upravljanja projektima, upravljanja znanjem i upravljanja poslovnim sistemima, kao i obukom za primenu novih metoda upravljanja i upravljanja kvalitetom, ovakve organizacije mogle bi da budu nosioc unapredjenja i razvoja.

Abstract

During the recent years a significant fall in production is observed, especially in the big organizations which were dimensioned for a much larger market which existed some 15 years ago. The biggest problems are detected in the organizations that produce high level products. The research departments in those organizations had the high R&D activities. Some of them had, or still have, research centres which capabilities in knowledge, human resources competence and, in some cases, equipment, notably overcome the current needs and capabilities of their parent organizations. This paper presents the results of a research regarding the possibilities of developing the management system of one of those organizations for better usage of the capacities of its R&D recources, which would benefit both the organization itself and the external users.



PRIMENA SAVREMENIH STANDARDA ZA KVALITET PARE NA TURBINAMA TERMOENERGETSKIH OBJEKATA

Dr Sonja Vidojković¹, Dr Biljana Grujić²

Analizirana je nova tehnička specifikacija za čistoću pare Medjunarodne elektrotehničke komisije (IEC) i razmatrana mogućnost njihove primene u termoenergetskim objektima EPS-a.

Na osnovu pregleda i analize postojećeg stanja zaključeno je da bi se primenom novih tehničkih preporuka obezbedio pouzdaniji i efikasniji rad parnih turbina.

Medjunarodna elektrotehnička komisija

Povod za publikovanje rada posvećenog Medjunarodnoj elektrotehničkoj komisiji (IEC) je tehnička specifikacija IES/TS 61370 publikovana 2002. god pod nazivom Parne turbine-čistoća pare.

Ova organizacija nije nikada ranije imala aktivnosti u oblasti hemije u termoenergetici gde dominiraju Electric Power Reseach Institute (EPRI), SAD i VGB PowerTeck., Nemačka, a publikovanjem tehničke specifikacije koja se odnosi na čistoću pare na parnim turbinama stvorena je potreba za bližim upznavanjem sa njenim zadacima i osnovnim karakteristikama.

IEC je vodeća organizacija za pripremanje i publikovanje medjunarodnih standarda u oblasti elektrike, elektronike i tehnologija koje su usko povezane sa njima. Ona pokreće i organizuje medjunarodnu saradnju po pitanjima standardizacije, kao i usaglasavanja standarda u elektrotehnici i srodnim oblastima. Oblasti koje su obuhvaćene ovim standardima su: elektronika, magnetika i elektromagnetika, elektroakustika, multimediji, telekomunikacija, proizvodnja i distribucija energije, ekologija.

U rad IEC-a uključeni su Nacionalni elektrotehnički komiteti, a takodje različite vladine i nevladine organizacije. Tesnu saradnju IEC ostvaruje sa Medjunarodnim organizacijom za standardizaciju (ISO), u skladu sa uslovima definisanim sporazumima izmedju ove dve organizacije.

Članice IEC-a su predstavljene u tabeli 1:

¹ JP Termoelektrane "Nikola Tesla", tel. 011 872 15 20/443, e-mail: sonja66yu@yahoo.com

² Institut LOLA², 011 305 55 40, e-mail:

Tabela 1. Zemlje članice IEC-a

Argentina	Estonija*	Latvija*	Slovačka
Australija	Finska	Litvanija*	Slovenija
Austrija	Francuska	Luksemburg	Srbija i Crna Gora
Belorusija	Nemačka	Malezija	Južna Afrika
Belgija	Grčka	Malta*	Španija
Bosna i Hercegovina*	Madjarska	Meksiko	Švedska
Brazil	Island*	Holandija	Švajcarska
Bugarska	Indija	Novi Zeland	Tajland
Kanada	Indonezija	Norveška	Tunis*
Kina	Iran	Pakistan	Turska
Kolumbija*	Irska	Poljska	Ukraina
Hrvatska	Izrael	Portugal	Velika Britanija
Kipar*	Italija	Rumunija	SAD
Republika Česka	Japan	Ruska Federacija	Vijetnam*
Danska	Koreja (D.N.R.)	Saudijska Arabija	Venecuela
Egipat	Koreja (Republika)	Singapur	

*pridruženi članovi

Standardi koje publikuje ova organizacija imaju ključnu ulogu u ostvarivanju poboljšanja međunarodne trgovine, osvajanju novih tržišta i poboljšanju ekonomskog rasta uklanjanjem tehničkih barijera.

Svetska trgovinska organizacija je takodje eksplicitno izrazila svoj stav da međunarodni standardi imaju vodeću ulogu u poboljšanju industrijske efikasnosti i razvoju svetske trgovine.

Jedan od načina na koji IEC standardi doprinose bržem i jeftinijem plasiranju proizvoda je stvaranje uslova za ukidanje višestrukih testiranja i izdavanja odobrenja za neki proizvod. Tako se prevazilaze prepreke koje su prouzrokovane različitim kriterijumima za izdavanje sertifikata. S druge strane, korisnici dobijaju potvrdu o pouzdanosti, dugovečnosti i drugim važnim kriterijumima za svaki proizvod.

Tehnička specifikacija: IEC/TS 61370 Parne turbine-čistoća pare

Tehnička specifikacija IEC/TS 61370 [1] je jedina tehnička specifikacija publikovana od strane IEC-a, Tehničkog komiteta 5 za parne turbine koja se odnosi na hemiju u termoenergetici. Posvećena je isključivo čistoći pare, ali se ne bavi napojnom i kotlovskom vodom.

Poznato je da je kvalitet pare jedan od odlučujućih faktora za prevenciju korozije i depozita na parnim turbinama termoelektrana i smanjenje rizika oštećenja i poboljšanja pouzdanosti i efikasnosti rada turbine.

Turbina je jedan od najosetljivijih elemenata na termoelektranama. Zbog toga, prisustvo primesa u pari koja dolazi na turbinu, može imati ogroman uticaj na korozione procese i obrazovanje naslaga na turbini. Istraživanja provedena u SSSR-u od 1983.-1989. god. pokazala su da su oštećenja lopatica turbine u najvećoj meri bila izazvana prirustvom primesa u pari [2,3]. Koncentrovanje primesa iz pare dovodi do obrazovanja naslaga i izaziva koroziju. Utvrđeno je čak, da na termoelektranama sa veoma visokim kvalitetom napojne vode nije moguće dobiti apsolutno čistu paru. Ispitivanja većeg broja termoelektrana sa nadkričnim parametrima, pokazala su da su pri korišćenju napojne vode visokog stepena čistoće, na lopaticama turbine nadjene naslage koje su sadržale više od 150 različitih komponenata [5]. Na osnovu podataka Instituta za elektroenergetika SAD (EPRI), godišnja šteta od korozionih oštećenja postrojenja na termoelektranama SAD iznosi 3.5 milijardi dolara, a u okviru toga oko 600 miliona dolara samo od korozije turbinskih postrojenja. Od ukupnog broja oštećenih lopatica turbine 23% je zbog korozije.

Naslage primesa u protočnom delu turbine dovode do sniženja ekonomičnosti i snage turbine. Znatno sniženje ovih parametara može biti izazvano prisustvom samo nekoliko kilograma naslaga u protočnom delu. Na primer, naslage od 2-3 kg oksida bakra na lopaticama CVD-a TE "Ejvon" (SAD)

dovele su do sniženja koeficijenta korisnog dejstva bloka za 10-15 %. Da bi se ponovo uspostavila moćnost turbine mora se povećati protok pare u njoj, a to podrazumeva i povećanje proizvodnje pare u kotlu i količinu goriva koje sagoreva.

Ispitivanja su pokazala da 1kg naslaga na CVP-u turbine K-100-90 povećava potrošnju toplote za 0.5% što odgovara godišnjem povećanju potrošnje uslovnog goriva od za 1500t. Ova količina naslaga u CVP-u turbine K-300-240 povećava pritisak u regulacionom stupnju turbine za 0.8-1.0 MPa ili 5% i dovodi do povećanja potrošnje uslovnog goriva do 1000 t godišnje.

Tehnička specifikacija IEC/Ts 61370 preporučuje kontrolisanje kvaliteta pare u dve tačke: svežoj pari i vodi za hladjenje.

Kada je reč o parametrima koji se kontrolišu navodi se da je neophodno kontinualno merenje katjonske provodljivosti. Ostali parametri (natrijum i silicijum) se mogu kontrolisati kontinualno ili ručno, u zavisnosti od opremljenosti instrumentima za kontinualna merenja ostalih mernih tačaka i rasporeda mernih instrumenata u ciklusu voda/para.

Ova tehnička specifikacija definiše “važne” parametre, a to su katjonska provodljivost, natrijum, silicijum, hloridi, gvozdje i bakar.

Određene su i maksimalne dozvoljene vrednosti normiranih i dijagnostičkih parametara, a takodje korektivne mere prilikom odstupanja od ovih vrednosti.

U tabeli 2. prikazani su normirani parametri za kontrolu vode za hladjenje i to: očekivani intervali, granične vrednosti, vremenski period za preduzimanje aktivnosti u slučaju prekoračenja graničnih vrednosti.

Tabela 2. Granične vrednosti za čistoću pare-ključni parametri

Kontrolna tačka	Parametar ($\mu\text{S}/\text{cm}(25^\circ\text{C})$)	Očekivani opseg	Granična vrednost	Akcija u toku 1 nedelje	Akcija u toku 24h	Akcija u toku 1h
Sveža para	k.provodljivost	0.06-0.2	0.2	0.2-0.5	0.5-1.0	>1.0
	Natrijum	0-5	5	5-10	-	-
	Silicijum	3-5	20	-	-	-
	Iron	2-5	20	-	-	-
	Bakar	0-1	3	-	-	-
Voda za hladjenje	k.provodljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}(25^\circ\text{C})$)	kao sveža para				

U tabelai 3. Predstavljene su maksimalne dozvoljene vrednosti dijagnostičkih parametara.

Tabela 3. Granične vrednosti za čistoću pare-dijagnostički parametri

Merna tačka	Parametar, ($\mu\text{S}/\text{cm}(25^\circ\text{C})$)	Granične vrednosti
Sveža para ili voda za hladjenje	Hloridi	3
	Sulfati	3

EPRI tehnički propisi imaju nešto strože kriterijume kada je u pitanju natrijum jer je maksimalna dozvoljena koncentracija u pregrejanoj pari 3ppb. Treba istaći i to da EPRI tehnički propisi, koji su inače zasnovani na najnovijim naučnim istraživanjima, preporučuju normiranje organskih jedinjenja u pari ispred turbine i to tako da njihova dozvoljena koncentracija bude ispod 100ppb. Ovo se, takodje, odnosi na pregrejanu paru.

U standardu JUS. M. E2.011 [5] predstavljene su norme za pregrejanu paru. Saglasno njima normirani parametri su: katjonska provodljivost, SiO_2 , ukupno Fe, ukupni Na+K, ukupni Cu, NH_3 i pH. Granične vrednosti su ovde više od vrednosti iz IEC tehničke specifikacije i ta konstatacija se odnosi na Na, Cu i katjonsku provodljivost, dok se dijagnostički parametri Cl i SO_4 uopšte ne uzimaju razmatranje, a ni organska jedinjenja. U njemu nisu navedene očekivane vrednosti normiranih parametara, vremenski period odstupanja kada je neophodno preduzeti akciju usled prekoračenja nekog parametra, a ni same korektivne mere.

Na termoelektranama EPS-a do sada nisu bila predviđena merenja Na, Cl, SO₄, kao ni organskih jedinjenja. Potrebno je istaći da se ove primese odlikuju izuzetno velikom korozionom agresivnošću.

Zaključci

1. Poštovanjem preporuka navedenih u Tehničkoj specifikaciji IEC/TS 61370 Parne turbine-čistoća pare (Prvo izdanje, juni 2002, 42 str) obezbedio bi se pouzdan i efikasan rad parnih turbina na termoenergetskim postrojenjima, a hemičarima zaposlenim na termoelektranama EPS-a bi ovaj dokument višestruko pomogao organizaciji vodno-hemijskog režima.
2. Pošto se ova tehnička specifikacija ne bavi problemima kvaliteta kotlovske vode u termoelektranama, mora se dopunjavati i koristiti uporedo sa drugim standardima i tehničkim propisima i preporukama koje šire obrađuju problematiku vodno-hemijskog režima na termoelektranama.

Literatura

1. Steam Turbines-Stream Purity, 2002. The International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland. IEC/Ts 61370 (2002-06)
2. Комаров Н. Ф., Юрков Е.В. Коррозионные разрушения лопаток и дисков паровых турбин. Теплоэнергетика, 1991, № 2, с 10-14
3. Jonas O. Identification and Behavior of Turbine Steam Impurities. Proceedings: NACE Corrosion 77, March 14-18, 1977, San Francisco, CA, USA. Paper No. 124.
4. Bellows J. C. Chemical Processes in Steam Turbines. Power Plant Chemistry, 1999, vol. 1, No. 1, pp. 26-30.
5. Kotlovsko postrojenje, osobine i sastav radnog fluida, JUS M. E2.011, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, Jugoslavija, 1980

31. JUPITER KONFERENCIJA
31st JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



POKROVITELJI

Zlatibor, april 2005.

POKROVITELJI



CAD Professional, Beograd



Hemofarm, Vršac



Ikarbus, Beograd



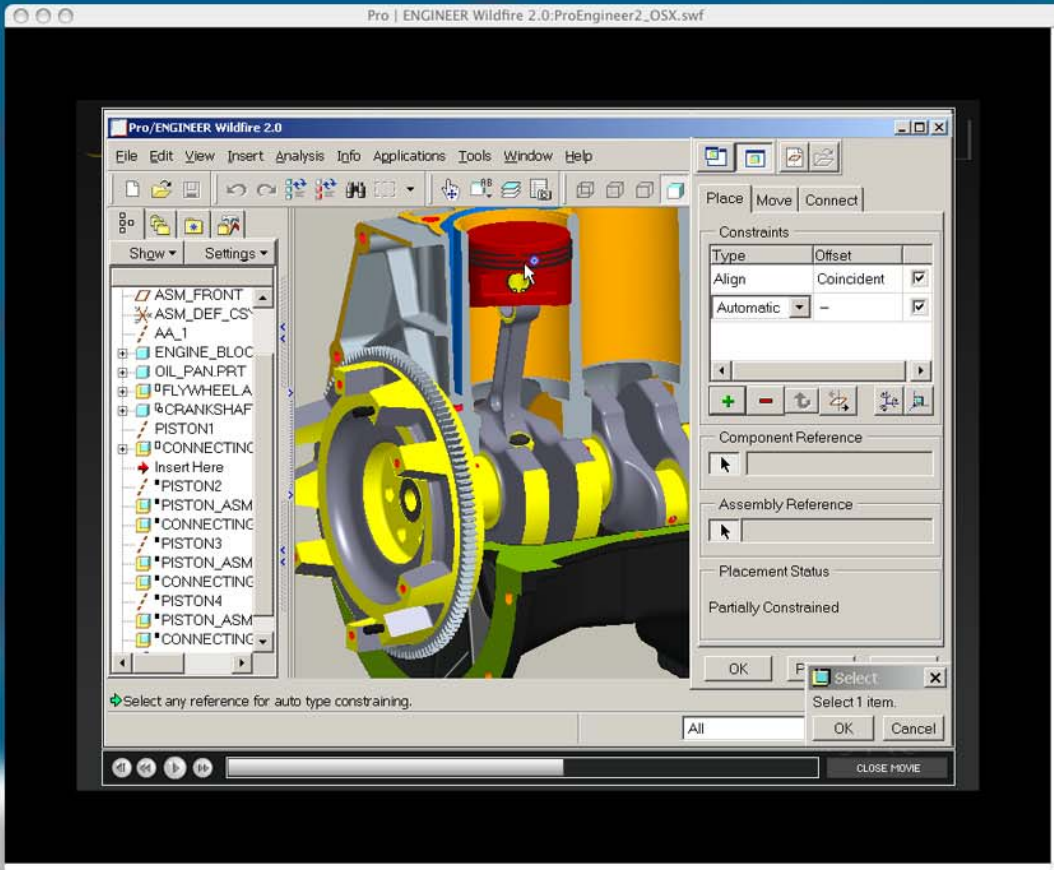
Informatika, Beograd



TEHNICOM, Beograd



Tehna Plus-YU, Nova Pazova





Pro|ENGINEER®

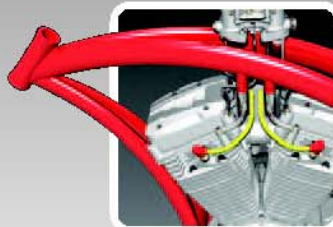
W I L D F I R E™

NEVER Compromise.



Bulevar Mihajla Pupina 10 Z/V NP 28
11070 Novi Beograd, Yugoslavia
Tel/Fax: ++381 11 311 52 31, 311 54 59
e-mail: office@cadpro.co.yu

THE PRODUCT DEVELOPMENT COMPANY™





Profil

Hemofarm je kuća sa četiri decenije iskustva u proizvodnji lekova. Tokom poslednje decenije i po Hemofarm je doživeo pravu ekspanziju. Danas je to Koncern koji čine matična kuća i 21 zavisno preduzeće, od kojih je 12 u Jugoslaviji a ostala su u inostranstvu. Matična kuća je organizovana po sektorskom principu. Sedište matične kuće je u Vršcu.

Prema najnovijim podacima Hemofarm koncern je akcionarsko društvo sa 100% akcionarskog kapitala. Nakon prvog kruga svojinske transformacije Hemofarm koncern ima ukupno 10301 akcionara od toga 1816 internih akcionara i 8485 eksternih.



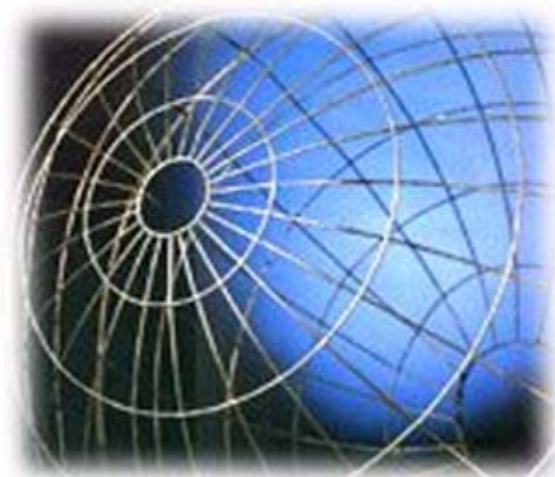
Na čelu Koncerna je predsednik - Miodrag Babić koji sa menadžmentom i Upravnim odborom postavlja strateške ciljeve razvoja.



Misija

Ime *Hemofarma* danas je mnogo više od sinonima za paletu visokokvalitetnih preparata u oblasti humane medicine. U svojoj osnovi *Hemofarm* je posvećen poboljšanju zdravlja i kvaliteta života ljudi. Kroz proizvodnju lekova vrhunskog kvaliteta nastalih udruživanjem iskustva, znanja i ideja doprinosimo blagostanju i prosperitetu građana. U građenje *Novog sveta zdravlja* dobro se integrišu i ostale delatnosti Koncerna.

Uspeh koji postizemo uvek delimo sa okruženjem – podržavamo zalaganja u oblasti nauke, umetničke i sportske manifestacije, učestvujemo u izgradnji. Jednom rečju, doprinosimo afirmaciji pozitivnih vrednosti.



Vizija

Kvalitetan proizvodni asortiman, zaokružena paleta lekova, ugled među kupcima i dobavljačima u zemlji i inostranstvu stalni su cilj i preduslov za dalju razvojnu ekspanziju *Hemofarm koncerna*. Dodatni garant tome su savremeni model organizovanja, kompetentan menadžment i stručna osposobljenost zaposlenih. Zato Koncern ulazi u 21. vek sa velikim ambicijama da se specijalizuje u delatnostima koje obavlja, proširi svoje prisustvo u inostranstvu i vremenom preraste u multinacionalnu kompaniju.





IKARBUS



JS" A.D. FABRIKA AUTOBUSA I SPECIJALNIH VOZILA - "IKARBUS" J.S.C. FACTORY OF BUSES AND SPECIAL VEHICLES - "IKARBUS" A.D. FABRIKA AUTOBUSA I SPECIJALNIH VOZILA

3 x E

Efektivnost - Ekonomičnost - Ekologija

IKARBUS AD - Fabrika autobusa i specijalnih vozila najveći je jugoslavenski proizvođač svih tipova autobusa. Od 1923. godine, kada je osnovan IKARUS kao prva fabrika aviona na Balkanu, proizvedeno je preko 1000 aviona i oko 20.000 autobusa.

Danas IKARBUS ima oko 1000 zaposlenih i proizvodi kompletnu gamu gradskih, prigradskih, međugradskih i turističkih autobusa. Vozila su modernog dizajna, sa tehničko-tehnološkim rešenjima po svetskim standardima. Svi modeli autobusa imaju motore EURO-2 i EURO-3 vodećih evropskih proizvođača sa smanjenom emisijom štetnih materija i buke, koji zadovoljavaju sve važeće međunarodne ekološke propise.

Nastup na svetskom tržištu je imperativ današnjeg poslovanja IKARBUSA, jer kapaciteti fabrike (1000 autobusa godišnje) premašuju potrebe domaćeg tržišta. Pored velikog broja domaćih dobavljača, IKARBUS ima i dugogodišnju saradnju sa renomiranim evropskim kompanijama, među kojima posebno sa MAN-om, "Rabom" i "Mercedesom".



1923-2003

IKARBUS

80
IKARBUS

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

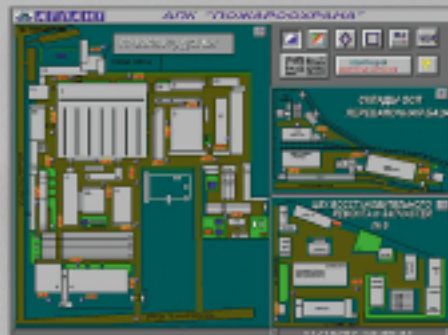
OSNOVNE KARAKTERISTIKE:

- 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



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. Znaatan 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. Takodje 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

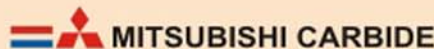
TehnicomNET
Bul. vojvode Mišica 37b, Beograd
011 30 60 710, 30 60 712
info@tehnicom.net
www.tehnicom.net



TEHNA PLUS-YU

d.o.o.
preduzeće za proizvodnju i export - import

22330 NOVA PAZOVA
Vojvode Mišića 27
Tel.: 022/333-439, Fax: 022/333-286
Mob: 065/591-19-30
e-mail: sm.tehnaplusyu@neobee.net



U našem programu imamo sve vrste alata vrhunskog kvaliteta za metaloprerađivačku industriju od kojih bi posebno izdvojili:

MITSUBISHI - u svom programu ima više od 25.000 različitih artikala - alata sledećih vrsta:

- alati za struganje,
- alati za glodanje,
- alati za bušenje,
- alati od karbidnih materijala za obradu materijala do max. tvrdoće od 70HRc.

GÜRING - burgije svih vrsta (do 3m dužine), ureznici, nareznici, rajberi, zabušivači, specijalni alati za razbušivanje, glave i nosači.

RIX - sve vrste testera za mašinsku obradu.

ALFRA - elektromagnetne bušilice sa krunskim burgijama.

OSBORN - sve vrste četki za čišćenje i poliranje.

30%
POVEĆANJE
PRODUKTIVNOSTI



Revolucionarni alat za obradu sa najvišim zahtevima preciznosti.
Geometrija Miracle Orbit glodala - kombinacija cilindričnih i loptastih glodala u jednom alatu.

Glodalo sa visoko tačnom geometrijom i visokom preciznošću obrade, u celosti izrađeno od tvrdih karbidnih materijala, uz mogućnost radijusa tolerancije od $\pm 0,01\text{mm}$ i tolerancije promera glodala od $0 \sim 0,01\text{mm}$.

Ponuda:
cilindričnih glodala u opsegu od $\varnothing 1,5 - 12\text{mm}$
loptastih glodala u opsegu od $\varnothing 0,5 - 5\text{mm}$

MITSUBISHI



CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

658.5:004.384(082) (0.034.2)
004.896(082) (0.034.2)
621.7/.9-52(082) (0.034.2)
007.52:658.5(082) (0.034.2)
005.6(082) (0.034.2)

ZBORNİK radova = Proceedings
[Elektronski izvor] / 24. simpozijum CIM u strategiji tehnološkog
razvoja industrije prerade metala [i] 18. simpozijum CAD/CAM [i] 27.
simpozijum NU - ROBOTI - FTS [i] 33. simpozijum Upravljanje
proizvodnjom u industriji prerade metala [i] 11. simpozijum Menadžment
kvalitetom [sve ovo u okviru] 31. Jupiter konferencija, Zlatibor,
april 2005. ; organizator Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu. -
Elektronski tekstualni podaci(XII, 374 str.). - Beograd : Mašinski
fakultet 2005 (Beograd : TehnicomNET). - 1 elektronski optički disk
(CD-ROM): tekst, slika; 12 cm

Nasl. sa naslovnog ekrana. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž
250. - Str.V-VI:Predgovor ; Preface / Radovan Puzović. - Napomene i
bibliografske reference uz tekst. - Bibliografija uz većinu radova. -
Abstracts.

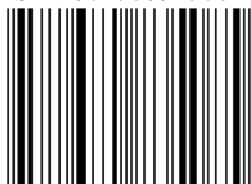
- - Program konferencije = Conference
Program ; Abstrakti = Abstracts. - 1.
knj. (31 str.) : 24 cm

ISBN 86-7083-508-8

1. Јупитер конференција (31; 2005; Златибор) 2.Симпозијум CIM у
стратегии технолошког развоја индустрије прераде метала (24 ; 2005 ;
Златибор) 3. Симпозијум CAD/CAM (18 ; 2005 ;Златибор) 4. Симпозијум NU
- ROBOTI - FTS (27 ; 2005 ; Златибор) 5. Симпозијум Управљање
производњом у индустрији прераде метала (33 ; 2005 ; Златибор) 6.
Симпозијум Менаџмент квалитетом (11 ; 2005 ; Златибор) 7. Машински
факултет Универзитета (Београд)

a) CIM системи - Зборници b) CAD/CAM системи - Зборници c) Машине
алатке - Нумеричко управљање - Зборници d) Роботи - Зборници e)
Флексибилни производни системи - Зборници f) Металоперајивачка
индустрија - Управљање - Зборници g) Управљање квалитетом - Зборници
COBISS.SR-ID 121477132

ISBN 86-7083-508-8



9 788670 835085 >