

30. JUPITER KONFERENCIJA

30th JUPITER CONFERENCE

**ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS**



MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

**FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
UNIVERSITY OF BELGRADE**

Beograd, april 2004..

30. JUPITER KONFERENCIJA

ZBORNİK RADOVA

PROCEEDINGS

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



17. simpozijum
CAD/CAM

26. simpozijum
NU – ROBOTI –FTS

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

10. simpozijum
MENADŽMENT KVALITETOM

Organizator:

MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

Beograd, april 2004..

30. JUPITER KONFERENCIJA

ZBORNİK RADOVA

Organizator:

MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

Adresa:

27. marta 80, 11000 Beograd, JUGOSLAVIJA

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

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

Tehnički urednici:

Prof. dr Bojan Babić

Doc. dr Radovan Puzović

Mr Mihajlo Popović

Mr Radomir Ivanović

Kosta Herman

Dejan Stošić

Beograd, april 2004..

Tiraž: 250 primeraka

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

ISBN 86-7083-488-X

30. JUPITER KONFERENCIJA

Programski odbor:

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 Miloš Glavonjić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Milisav Kalajdžić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Vidosav Majstorović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Vladimir Milačić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Dragan Milutinović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Miroslav Pilipović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Žarko Spasić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Ljubodrag Tanović, Mašinski fakultet Beograd • Dr Nebojša Čović

Naučni odbor:

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

Organizacioni odbor:

Prof. dr Bojan Babić, Mašinski fakultet Beograd, • Doc. dr Radovan Puzović, Mašinski fakultet Beograd • Mr Mihajlo Popović, Mašinski fakultet Beograd • Mr Radomir Ivanović, Mašinski fakultet Beograd • Kosta Herman, Mašinski fakultet Beograd • Dejan Stošić, Mašinski fakultet Beograd

ZAHVALNICA

Organizacioni odbor **30. JUPITER KONFERENCIJE** se najsrdačnije zahvaljuje svim institucijama i pojedincima koji su pomogli u organizovanju ove konferencije.

Posebno se zahvaljujemo pokroviteljima:

Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine



Informatika A.D., Beograd



TEHNICOMNET, Beograd



V E S I M P E X, Beograd

Pokrovitelji su navedeni po abecednom redu.

PREDGOVOR

Ne tako davno proizvodi su projektovani prema potrebama čoveka. Danas se prvo projektuju potrebe, a one definišu i određuju proizvode. Proizvodne tehnologije, nezamenljive u trci ponuđača i potrošača, imaju zadatak i odgovornost da pravovremeno i uspešno obezbede postavljene ciljeve. Zbog toga je važno da najnovija dostignuća u oblasti proizvodnog mašinstva u najkraćem roku “stignu” do naučno istraživačkih institucija i industrije. To i jeste svrha JUPITER sistema, najveće i najznačajnije asocijacije univerziteta, instituta i industrije u oblasti proizvodnog mašinstva. Najznačajniji pokazatelj aktivnosti JUPITER sistema – JUPITER konferencija, ove godine, po 30. put okuplja istraživače i naučne radnike, da razmene iskustva i prikažu najnovije rezultate svojih istraživanja.

JUPITER konferencija je prilika da se analiziraju svetski tokovi i da se, u skladu sa realnim stanjem naše privrede, definišu prioriteti i pravci istraživanja i razvoja domaće industrije mašinogradnje. Savremene računarske i informacione tehnologije omogućuju automatizaciju različitih segmenata proizvodnje, a razvoj komunikacionih tehnologija nameće nove koncepte u oblasti projektovanja i proizvodnje (distribuirano projektovanje, konkurentno inženjerstvo, mrežna proizvodnja, virtuelne fabrike i sl.)

Na plenarnoj sednici JUPITER konferencije posebna pažnja biće posvećena iskustvima u reformi univerziteta, stanju i budućem razvoju domaće mašinogradnje u okviru strategije privrednog razvoja.

U nadi da će rezultati opravdati naš zajednički rad, organizator Konferencije – Centar za nove tehnologije Mašinskog fakulteta u Beogradu, Vam želi aktivno i sadržajno učešće. Dobrodošli na JUPITER konferenciju.

Beograd, 14. 04. 2004.

Prof. dr Bojan Babić

PREFACE

Manufacturing technology diachronically touches almost every aspect of daily life. Thus it is important that latest advances reach the members of the scientific and industrial society as quickly as possible. Serving this objective JUPITER system as the most important association of universities, institutes and industry in domain of production engineering for the 30th time organizes JUPITER conference.

JUPITER conference is an occasion for analyzing world trends and to define main research directions in accordance with the real state of manufacturing industry. Modern computer and information technologies enable automation of different aspects of manufacturing. Communication technologies impose new concepts in domain of design and manufacturing (distributed design, concurrent engineering, virtual factories, etc.) At the plenary session the issues related to the university reform, state of the art and future developments of industry will be considered.

Center for advanced technologies of Mechanical engineering faculty welcomes all participants and guests of JUPITER conference.

Belgrade, 14. April 2004.

Professor Dr. Bojan Babic

Izaberite plenarnu sednicu ili simpozijum JUPITER Konferencije

PLENARNA SEDNICA
PLENARY SESSION

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

CAD/CAM

NU – ROBOTI –FMS
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., ANĐELKOVIĆ Z. Prilog modeliranju i proračunu opreme pod pritiskom metodom konačnih elemenata	2.14
ANGHEL C., GILLICH R., SUCIU E. Neuronal solutions for the determination of the unscrew force variation dependent on the thread helix canting medium angle	3.5
ARSOVSKI S., STEFANOVIĆ M. Metodologija i strategije reinženjeringa softverskih aplikacija	1.7
AVAKUMOVIĆ Č. Upravljanje rastom malog preduzeća	4.1
BABIĆ B., KALAJDŽIĆ M. Trendovi razvoja fleksibilne automatizacije.....	3.87
BERKOVIĆ I., ĐEKIĆ V. Primena kompjuterske grafike za virtuelno 3d predstavljanje odevnih predmeta i ljudi.....	2.6
BOJANIĆ, P. Problem segmentacije površina u rekonstrukciji modela ljudske glave	2.22
BOJOVIĆ B., KALAJDŽIĆ M. Predstavljanje fraktala kroz novu paradigmu u nauci i tehnici.....	3.103
BONIŠOVA M., LIPA Z. The new trends in superfinishing.....	3.30
BUĆAN M., KVRGIĆ V. Savremeni trendovi u razvoju alatnih mašina.....	S.22
BULATOVIĆ M. Uticaj politike planiranja prenosa materijala na karakteristike proizvodnih sistema	4.5
COMAN L., IANICI S. System for optical analysis of metal sheet forming.....	3.17
ĆURČIĆ S., MARIĆ A. Reinženjering linije za proizvodnju hleba u funkciji automatizacije.....	4.9
ĐAPIĆ M. Unapređenje procesa razvoja korišćenjem aksiomske teorije projektovanja.....	3.115
DAVIDESCU A., STICLARU C. The influence of misalignment at working temperature upon function of a face seal	2.43
DIBALOVA M., LIPA Z. Specifics of grinding process.....	3.33
DIMITRIJEVIĆ P., VUČIĆEVIĆ M., RADOJEVIĆ M. Kvalitet projekta sa aspekta sigurnosti funkcionisanja.....	5.10
DIMITROV B. Određivanje graničnog odnosa pri dubokom izvlačenju lima eksplozijom	3.127
DRAGULESCU D., TOTH-TASCAU M., DREUCEAN M., RUSU L., MORCOVESCU V. Vibrations influence on the human composite motion	3.135
DRNDAREVIĆ D., MILIVOJEVIĆ M., SOKIĆ D., RADOJIČIĆ N. Sistem označavanja poslovanja u valjaonici aluminijuma.....	1.19
GILLICH R., IANICI S., POTOCEANU N., ANGHEL C. Behavior of human body in vibrating environment.....	3.37
GLAVONJIĆ M., MILUTINOVIĆ D., ŽIVANOVIĆ S., KVRGIĆ V., VIŠNJIĆ Z. O jednoj troosnoj paralelnoj mašini.....	3.49
HERMAN K., SPASIĆ Ž. Informaciona integracija podsistema održavanje i dijagnostika i praćenje proizvoda u eksploataciji.....	1.27
IANICI S., GILLICH R., COMAN L. Dynamic analysis of the double harmonic transmission (T.H.D.).....	3.9

IVANOVIĆ R., KOVLJENIĆ B., POPOVIĆ M. Razvoj informacione podrške za sistem praćenja proizvodnje	4.13
JAKOVLJEVIĆ Ž., PETROVIĆ P. Primena vejtlet transformacije u detekciji diskontinuiteta u signalu	4.17
JARAMAZ D., RADIŠA R., ČOVIĆ N. Primena metoda proračuna vitalnih nosećih struktura	2.10
JOKANOVIĆ S. Sistem za obuku o NURBS geometriji: dio 1 – B-splajn krive linije	2.18
JOVIŠEVIĆ V. Uklanjanje tehničkih barijera za izvoz proizvoda	5.14
КАЛАЈЦИЋ, М., БОЈАНИЋ П., ТАНОВИЋ Љ. Активности катедре за производно машинство	S.1
KOKOTOVIĆ B. Praktični aspekti korišćenja signala struje servomotora u nadzoru procesa obrade	3.83
KOMADINIĆ V., VUKIĆEVIĆ V. Analiza softverskih proizvoda za upravljanje održavanjem tehničkih sistema	4.23
KRIVOŠIĆ I., ŠKATARIĆ D. Optimizacija integralnog panela noseće strukture letelica	3.65
LAZAREVIĆ I., MILJKOVIĆ Z., BAJOVIĆ P. Primena veštačkih neuronskih mreža u modeliranju i predviđanju otkaza filtera u industriji prerade vode	3.119
LETIĆ D., DESNICA E. Grafičke komunikacije i mrežna podrška konstruisanju	2.39
LUKIĆ L., ANĐELKOVIĆ Z., STAMATOVIĆ S. Informacioni sistem za upravljanje proizvodnjom	4.27
LUKIĆ L., KALAJDŽIĆ M. Prilog proračunu pogonskih sistema linearnih kretanja kod teških CNC mašina alatki	3.55
MAJSTOROVIĆ, V., Digitalna fabrika – fikcija, stvarnost ili budućnost	3.139
MAJSTOROVIĆ V. Prilog razvoju modela integrisanog menadžment sistema	5.1
MANDIĆ V., ŽIVKOVIĆ M., PETROVIĆ M., VULOVIĆ S. Analiza procesa vučenja - eksperimentalna istraživanja i FEM simulacija	3.97
MIJANOVIĆ M. DNC i bežični DNC	3.45
MILUTINOVIĆ D. Konceptijsko projektovanje robotizovanih ćelija za elektrolučno zavarivanje	3.71
NAVALUŠIĆ S., ZELJKOVIĆ M., MILOJEVIĆ Z., TABAKOVIĆ S. Rekonfiguracija i retrofiting - trend u razvoju mašina alatki	3.59
NEŠIĆ N., MAJSTOROVIĆ V. Predstavljanje tolerancija u STEP modelu proizvoda	5.20
OSIPOV A., MELNIYCHUK Y., SMIRNOVA T., TANOVIĆ L. Предпосылки и перспективы создания двухслойных керамических пластин с термостойким режущим слоем на снове	3.25
POPOVIĆ M., SLAVKOVIĆ R., JUGOVIĆ Z. Unapređenje procesa projektovanja alata za brizganje plastike primenom savremenih CAD sistema	2.35
RADIĆ V. Zavarivanje eksplozijom: od principa do prakse	3.123
RADOJEVIĆ Z., RADOJEVIĆ M., BOŠKOVIĆ D. Mesto i uloga CIM sistema u primeni JIT proizvodnje	1.1

RADUCA E. Function generator from PC	3.131
RAKONJAC M. CIM u malim proizvodnim preduzećima.....	1.23
ROMIĆ L. Primena internetske tehnologije u inoviranju računovodstvene funkcije	1.15
SEKULIĆ S. Pouzdanost koja odgovara srednjem vremenu bezotkaznog rada.....	2.1
ŠKATARIĆ D., KRIVOŠIĆ I. Raspodela napona u okolini naprsle ploče	3.68
SLAVKOVIĆ R., MILIĆEVIĆ I. Metodologija projektovanja tehnologije izrade konusnih noževa za pripremu papirne mase	2.31
SLAVKOVIĆ G. Web obrasci.....	4.31
SOLDAT D., MALIĆ D., MALIĆ M. Moduli softvera za sistemsku podršku u procesu održavanja proizvodne opreme	4.35
STEFANOVIĆ M., ARSOVSKI S. Usporedna analiza postojećeg stanja IS u domaćoj i inostranoj metaloprerađivačkoj industriji.....	1.11
STOŠIĆ, D., BABIĆ, B., IVANOVIĆ, R., POPOVIĆ, M. Transformisanje postojećeg CAPP za višekorisničko okruženje.....	4.39
TANOVIĆ L. Mikrorezanje keramičkih materijala.....	3.92
TESLIĆ ALEKSIĆ M. Pravci razvoja tahografa sa aspekta pouzdanosti.....	5.26
TOTH-TASCAU M., DRAGULESCU D., DREUCEAN M. Obstacle expanding for a two-dimensional workspace	3.13
VELJIĆ M., ŽIVKOVIĆ D. Sistem kvaliteta u održavanju hidraulike žitnog kombajna	5.30
VUKAS S. Prošlo je pet godina od sertifikacije sistema kvaliteta, gde smo i šta dalje	5.34
VUKIĆEVIĆ V., KOMADINIĆ V., BOŠKOVIĆ V. Prilog izboru koncepcija održavanja tehničkih sistema.....	4.45
ŽIVANOVIĆ S. Varijantnost konfigurisanja mašina sa paralelnom kinematikom i pravolinijskim aktuatorima.....	3.79
ŽIVKOVIĆ S. Mašinska obrada na solidima	2.27
Бобырь М., Грабовский А., Яхно Б. МОДЕЛИ НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ СЛОЖНОМ МАЛОЦИКЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ	3.21
Згуровский М.З., Бобырь Н.И. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ВЫСШЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В НТУУ "КПИ" И БОЛОНСКИЙ ПРОЦЕСС.....	S.19
Мельничук П., Выговский Г., Громовой А., Лоев В. ТОРЦОВЫЕ ФРЕЗЫ ДЛЯ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	3.41
Петраков Ј., Коростышевский Д. НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКОЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ.....	3.1

SPISAK AUTORA
LIST OF AUTHORS

ALEKSIĆ, V.
ANĐELKOVIĆ, Z.
ANĐELKOVIĆ, Z.
ANGHEL, C.
ARSIĆ, M.
ARSOVSKI, S.
AVAKUMOVIĆ, Č.

BABIĆ, B.
BAJOVIĆ, P.
BERKOVIĆ, I.
BOJANIĆ, P.
BOJOVIĆ, B.
BONIŠOVA, M.
BOŠKOVIĆ, D.
BOŠKOVIĆ, V.
BUĆAN M
BULATOVIĆ, M.

COMAN, L.

ČOVIĆ, N.

ĆURČIĆ, S.

DAVIDESCU, A.
DESNICA, E.
DIBALOVA, M.
DIMITRIJEVIĆ, P.
DIMITROV, B.
DRAGULESCU, D.
DREUCEAN, M.
DRNDAREVIĆ, D.

ĐAPIĆ, M.
ĐEKIĆ, V.

GILLICH, R.
GLAVONJIĆ, M.

HERMAN, K.

IANICI, S.
IVANOVIĆ, R.

JAKOVLJEVIĆ, Ž.
JARAMAZ, D.
JOKANOVIĆ, S.
JOVIŠEVIĆ, V.
JUGOVIĆ, Z.

KALAJDŽIĆ, M.
KOKOTOVIĆ, B.
KOMADINIĆ, V.
KOVLJENIĆ, B.
KRIVOŠIĆ, I.
KVRGIĆ, V.

LAZAREVIĆ, I.
LETIĆ, D.
LIPA, Z.
LUKIĆ, L.

MAJSTOROVIĆ, V.
MALIĆ, D.
MALIĆ, M.
MANDIĆ, V.
MARIĆ, A.
MELNIYCHUK, Y.
MIJANOVIĆ, M.
MILIĆEVIĆ, I.
MILIVOJEVIĆ, M.
MILJKOVIĆ, Z.
MILOJEVIĆ, Z.
MILUTINOVIĆ, D.
MORCOVESCU, V.

NAVALUŠIĆ, S.
NEŠIĆ, N.

OSIPOV, A.

PETROVIĆ, M.
PETROVIĆ, P.
POPOVIĆ, M.
POPOVIĆ, M.
POTOCEANU, N.

RADIĆ, V.
RADIŠA, R.
RADOJEVIĆ, M.
RADOJEVIĆ, Z.
RADOJIČIĆ, N.
RADUCA, E.
RAKONJAC, M.
ROMIĆ, L.
RUSU, L.

SEKULIĆ, S.
SLAVKOVIĆ, G.
SLAVKOVIĆ, R.
SMIRNOVA, T.
SOKIĆ, D.
SOLDAT, D.
SPASIĆ, Ž.
STAMATOVIĆ, S.
STEFANOVIĆ, M.
STICLARU, C.
STOŠIĆ, D.
SUCIU, E.

ŠKATARIĆ, D.

TABAKOVIĆ, S.
TANOVIĆ, L.
TESLIĆ ALEKSIĆ, M.

TOTH-TASCAU, M.

VASIĆ, Ž.
VELJIĆ, M.
VIŠNJIĆ, Z.
VUČIĆEVIĆ, M.
VUKAS, S.
VUKIĆEVIĆ, V.
VULOVIĆ, S.

ZELJKOVIĆ, M.
Zgurovski, M.

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

Бобырь, М.

Выговский, Г.

Грабовский, А.
Громовой, А.

Коростышевский, Д.

Лоев, В.

Мельничук, П.

Петраков, Ј.

Яхно, Б.

30. JUPITER KONFERENCIJA
30th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



PLENARNA SEDNICA

Beograd, april 2004..

PLENARNA SEDNICA
PLENARY SESSION

Буџан М., Кврѓић В.
SAVREMENI TRENDOVI U RAZVOJU ALATNIH MAŠINA S.22

Калађић, М., Бојанић П., Тановић Љ.
АКТИВНОСТИ КАТЕДРЕ ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО..... S.1

Згуровский М.З., Бобырь Н.И
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ВЫСШЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБРАЗОВАНИЯ В НТУУ "КПИ" И БОЛОНСКИЙ ПРОЦЕСС..... S.19

← NAZAD



Калајџић, М., Бојанић П., Тановић Љ.

АКТИВНОСТИ КАТЕДРЕ ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО

Резиме

У раду су приказани резултати које су Катедра за производно машинство и Центар за Нове технологије остварили у организацији 29. JUPITER конференција и симпозијума: СИМ у стратегији технолошког развоја индустрије прераде метала, CAD/CAM, NU-Roboti-FTS, Управљање производњом у индустрији прераде метала и Квалитет.

Надаље су приказани садржаји пројеката у оквиру програма технолошког развоја на којима учествује Центар за Нове технологије, образовање и обука инжењера производног машинства и међународна сарадња Катедре у предходној години.

1. РЕТРОСПЕКТИВА ЈУПИТЕР КОНФЕРЕНЦИЈА

Прва идеја о формирању JUPITER-заједнице настала је још приликом организовања Првог КУР (компјутер у управљању производњом) семинара на Машинском факултету у Београду 1971. године да би се 1973. године покренула иницијатива за формирање JUPITER система који ће се бавити комплексном проблематиком управљања производним и технолошким ресурсима. JUPITER – систем обухвата комплекс информационих ресурса и ресурсе знања у коеволуционом систему универзитет/институт + индустрија користећи слоган "за индустрију са индустријом".

Прва JUPITER конференција одржана је у Милочеру (17.-20. фебруар) 1975. године и на њој је дефинисан JUPITER – пројекат као и семинар "Нове технологије у индустрији прераде метала до 2000. године". Рад JUPITER – система је замишљен кроз рад три научностручне секције за конструисање и конструкционе информације, технологију и технолошке информације и за управљање производњом.

Глобални програм JUPITER – система обухвата комплексни развој и унапређење производних и технолошких ресурса, технологија управљања и изградња јединственог информационог система за индустрију прераде метала.

Укупна активност је спроведена кроз:

- научне и стручне скупове (посебно место заузима JUPITER – конференција),
- научноистраживачки програм,
- образовање високостручних и научних кадрова,
- CENT, и
- издавачку делатност.

На досадашњих 29 JUPITER конференција је саопштено 2357 радова или посматрано по симпозијумима:

- СИМ у стратегији технолошког развоја индустрије прераде метала 481 рад, од чега 46.5% радова се односе на ауторе са факултета и виших школа, 17.4% на радова аутора из института, 19.3% на ауторе из индустрије и 16.8% на радове чији су коаутори стручњаци из индустрије и факултета/института (сл. 1).
- CAD/CAM – 314 радова, од чега 64% радова се односи на ауторе са факултета и виших школа, 12.7% на радове аутора из института, 12.7% на ауторе из индустрије и 10.6% на радове чији су коаутори стручњаци из индустрије и факултета/института (сл. 2).
- NU-Roboti-FTS – 682 рада, од чега 58.9% радова се односи на ауторе са факултета и виших школа, 14.8% на радове аутора из института, 15.7% на ауторе из индустрије и 10.6% на радове чији су коаутори стручњаци из индустрије и факултета/института (сл. 3).

- Управљање производњом у индустрији прераде метала – 748 радова, од чега 44.5% радова се односи на ауторе са факултета и виших школа, 8.7% на радове аутора из института, 34.1% на ауторе из индустрије и 12.7% на радове чији су коаутори стручњаци из индустрије и факултета/института (сл. 4).
- Квалитет – 132 рада, од чега 65.9% радова се односи на ауторе са факултета и виших школа, 10.6% на радове аутора из института, 12.1% на ауторе из индустрије и 11.4% на радове чији су коаутори стручњаци из индустрије и факултета/института (сл. 5).

На сл. 6 приказана је структура радова по симпозијумима на протеклих 29 JUPITER конференција и изводом: Управљање производњом у индустрији прераде метала заступљено је са 31.7% (25 радова у просеку по конференцији), NU-Roboti-FTS са 28.9% (27 радова у просеку), СИМ у стратегији технолошког развоја индустрије прераде метала са 20.4% (22 рада у просеку), CAD/CAM са 13.4% (19 радова у просеку) и Квалитет са 5.6% (са 15 радова у просеку).

Из претходно наведених података може се констатовати да је остварен импресиван учинак у свакој од активности симпозијума и JUPITER конференције у целини.

2. НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКИ ПРОЈЕКТИ

Основу развоја производног машинства као синтезе науке и инжењерства чини научноистраживачки и развојни рад који је дефинисан кроз научноистраживачке пројекте. План научноистраживачког рада врши се на основу развоја науке и производних технологија у свету (са прогнозама технолошког развоја), сопствених резултата истраживања у досадашњем периоду и програма развоја индустрије прераде метала.

Метод рада на научноистраживачким пројектима базира на високом степену програмске свеобухватности, примењеном научном и технолошком методу као и стварању истраживачких токова из индустрије, факултета и института и трансферу резултата истраживања у индустријске оквире.

Центар за Нове технологије самостално и колективно са другим истраживачким центрима учествује у реализацији пројеката из програма технолошког развоја за период 2002.-2004. година (табела 1).

Поред наведених пројеката, Машински факултет – Центар за Нове технологије је конкурисао на два међународна пројекта и који су прошли одређене евалуационе фазе у поступку добијања и то:

1. EUREKA пројекат:
"Развој уређаја са паралелном кинематиком за интеграцију са обрадним центром за вишеосне процесе обраде резањем". Реализатори истраживања: Машински факултет (проф. др Драган Милутиновић) и Laboratory for machine tools and manufacturing engineering, Department of mechanical engineering, Aristotels university из Солуна (проф. др К. Bouzakis).
2. Европски пројекат:
The Sixth Framework Programme – FP6 "Интегрисани пројекат LOTSIZE 1". Реализатори истраживања: Машински факултет, Лола Систем и Информатика АД – Београд (проф. др Петар Петровић).

Табела 1. Пројекти у оквиру програма технолошког развоја

Ред. бр.	Евид. број	Назив пројекта	Реализатор истраживања	Ангаж. ис./мес.	Организације корисници резултата истраживања
1	0027.А	Пројектовање и развој савремених информационих система за планирање и управљање производњом и развој нових метода и техника у инжењерском пројектовању производа и технологији израде	Машински факултет Руководилац: Проф. др Павао Бојанић	42	- TRAYAL коорпорација, Крушевац - Фабрика железничких возила "Желвоз", Смедерево - ХК Фабрика вагона АД Вагоноградња, Краљево
2	0032.Б	Технологија производње урезника од савремених алатних материјала	Машински факултет Руководилац: Проф. др Љубодраг Тановић	19	Фабрика резног алата, Чачак
3	0101.	Троосне паралелне машине	Машински факултет Руководилац: Проф. др Милош Главоњић	24	Лола фабрика робота, алата и хидраулике ДОО, Београд
4	0127.	Развој метода аутоматизованог пројектовања обрадних система и процеса	Машински факултет Руководилац: Проф. др Милисав Калајчић	25	Лола корпорација АД, Београд
5	0192.	Интегрисане технологије и информациони инжењеринг за нове/побољшане производе иновативног предузећа	- Економски факултет, Крагујевац - Институт за аутомобиле у саставу предузећа за производњу и промет путничких аутомобила "Застава аутомобили" АД, Крагујевац - Индустрија ИМК "14. октобар", Крушевац - Истраживачко развојни центар "ППТ" у саставу Индустрије хидраулике и пнеуматике "Прва петолетка", Трстеник - Машински факултет, Београд - Машински факултет, Крагујевац Руководилац: Проф. др Мирослав Пилиповић	4 10 6 4 46 4	- CAD DATA ENGINEERING, Београд - TRAYAL корпорација, Крушевац - Застава аутомобили АД, Крагујевац - ИМК "14. октобар" АД, Крушевац - ИХП "Прва петолетка", Крушевац - Фабрика цилиндарских склопова-М ДОО, Младеновац
6	0218.	Развој интелигентног модела менаџмент квалитета	Машински факултет Руководилац: Проф. др Видосав Мајсторовић	24	Фабрика железничких возила "Желвоз", Смедерево
7	0163.	Развој савремених поступака и опреме за процес прераде пластичних материјала поступком ињекционог бризгања	- Лола институт, Београд - Машински факултет, Београд Руководилац: др. Мирко Бућан	28 16	"Крушик пластика", Осечина
8	0176.	Тешке CNC алатне машине и обрадни центри	- Машински факултет, Београд - Машински факултет, Краљево Руководилац: Проф. др Љубомир Лукић	17	Лола корпорација АД, Београд

3. ОБРАЗОВАЊЕ И ОБУКА ИНЖЕЊЕРА ПРОИЗВОДНОГ МАШИНСТВА

Период који је пред нама донеће далекосежне промене у социјалном и економском окружењу и у стратегији, структури и управљању пословањем [2].

Као прво, светска економија ће се сасвим разликовати од оног што привредници, политичари и економисти још увек узимају као правило. Економски односи ће се све више успостављати између трговинских блокова а не између земаља. Источно-азијски блок лабаво организован око Јапана могао би да се појави као паралела ЕУ и САД. Односи ће се све више реализовати кроз билатералне и трилатералне пословне аранжмане како у погледу инвестиција тако и у погледу трговине.

Као друго, пословна предузећа ће се интегрисати у светску привреду кроз савезе: мањинска учешћа, заједничка улагања, истраживачке и маркетиншке конзорцијуме партнерства или у оквиру специјалних пројеката. Партнери неће бити само пословна предузећа већ мноштво непривредних институција као што су универзитети, здравствене институције, локална самоуправа. Многа предузећа ће морати да постану активна у оквиру светске економије и да све више јачају своју присутност на тржиштима широм света.

Као треће, предузећа ће претрпити све веће и радикалније реструктурирање. Предузећа ће поштовати два нивоа правила:

- Радије селити посао тамо где су људи него људе тамо где има посла.
- Поверити спољним сарадницима, оне делатности које не пружају могућност напредовања.

Као четврто, доћи ће до промена у домену управљања и управљачких структура самих компанија. Истовремено, велики амерички пензиони фондови почињу да осмишљавају своју обавезу према предузећу као истраживачком послу; односно осмишљавају своју обавезу као власника.

Као пето, брзе промене у међународној државној и пословној политици више ће доминирати него унутрашња економија. Поред овога, појавили су се нови и другачији изазови: еколошка средина, тероризам, интеграција трећег света у светску привреду као и контрола свеукупне светске трке у наоружавању.

Технологија је заувек изменила [7]:

- а) Дефиницију производа: омењивају се разлике између производа и услуга и сваком производу од машине алатке до банковних картица увећава се вредност кроз софтверске услуге.
- б) Пројектовање: иновације као што је компјутерски инжењеринг умногоме скраћује циклус пројектовања
- в) Производњу: нанотехнологије доводе до смањења фабрика и омогућавају фабрикама да лансирају огромну разноврсност производа уз редукацију времена потребног за покретање производње.
- г) Дистрибуцију: електронске и телекомуникацијске технологије омогућавају смањење времена од наруџбине до испоруке производа.

Универзитет као научно-наставна корпорација од изузетног националног значаја не може остати по страни на предходно наведене процесе, већ мора предложити нови концепт образовања који ће омогућити брже интегрисање привредних и других субјеката наше земље у Европске и светске токове.

Потребно је да се истакну следећи елементи који условљавају и нуде елементе за пројектовање програма образовања и обуке инжењера производног машинства [5]:

- однос природних наука и инжењерских наука;
- однос инжењерских наука и инжењерског пројектовања;
- образовање за инжењерско пројектовање на додипломским и последипломским студијама;
- потреба за базним истраживањима у инжењерском пројектовању;
- програм водећих истраживачких пројеката.

Намера Катедре за производно машинство је да у оквирз предвиђених реформи Наставних планова и програма на Машинском факултету у Београду понуди разумљиве наставне планове и програме које ће студенти комбиновати, тако што ће у свом изабраном подумерењу бирати предмете из разних инжењерских области док не стекне потребан број кредита. Флакбилна структура наставе коју би понудили студенту да бира, омогућила би студентима да по завршетку школовања започињу нове послове засноване на новим научним и технолошким продорима.

У духу изложене стратегије Катедра за производно машинство је предложила Комисији за реформу наставног процеса на факултету да усвоји наставни план и програм СМЕРА ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО са седам подумерења и то:

- а) Информациона интеграција предузећа и аутоматизација (таб. 2)
- б) Производна кибернетика (таб. 3)
- в) Производна метрологија и менаџмент квалитетом (таб. 4)
- г) Производно машинство за мала и средња предузећа (таб. 5)
- д) Производне технологије (таб. 6)
- ђ) Агилни технолошки системи (таб. 7)
- е) Дизајн и обликовање полимера (таб. 8)

4. МЕЂУНАРОДНА САРАДЊА

Бројна учешћа на међународним научним скуповима, студијски боровци и израда магистарских и докторских дисертација учинили су да је Катедра за производно машинство реализовала сарадњу са многим Универзитетима и институтима у свету.

У предходној години је потписан уговор о сарадњи између Машинског факултета из Београда и Киевског политехничког института (КПИ) из Украјне, на пољу: наставе, издавању заједничких публикација, учешћа на скуповима и уговарању заједничких пројеката. Носилац ове сарадње је Катедра за производно машинство.

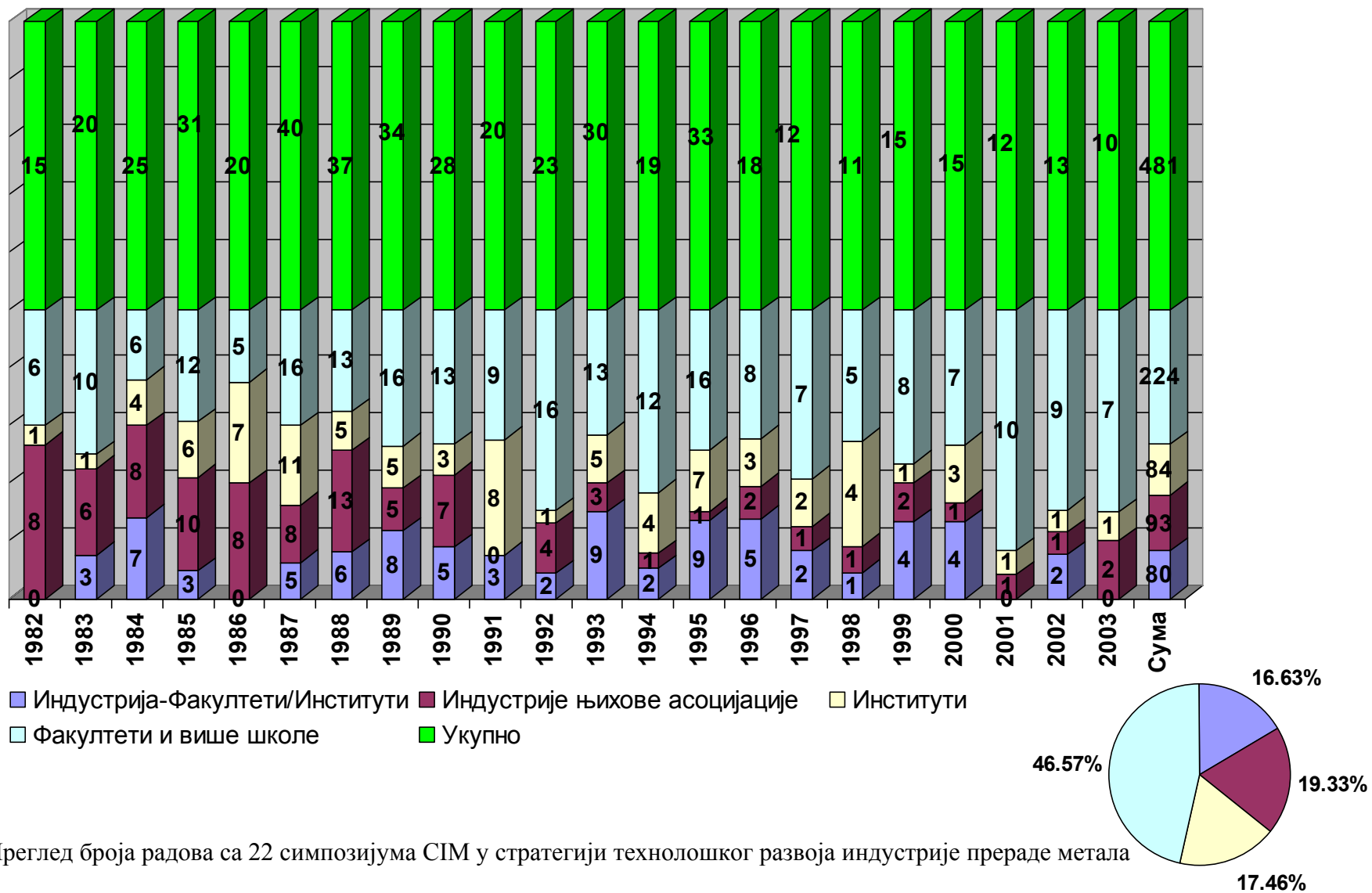
Захваљујући разумевању Министарства за науку, технологију и развој, која издвојила одређена финансијска средства и фирми Flow Software Technology, набављен је софтверски систем WORKSPACE 5 за моделирање и симулацију роботизованих хелија. Од америчке фирме CABINET VISION – лидера у софтверској технологији за дрвнопрерађивачку индустрију добијен је модуларни софтвер - производ са четири основна модула: SOLID DESIGN, SOLID, SOLID MANUFACTURING и SOLID PROFESSIONAL CNC.

5. УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

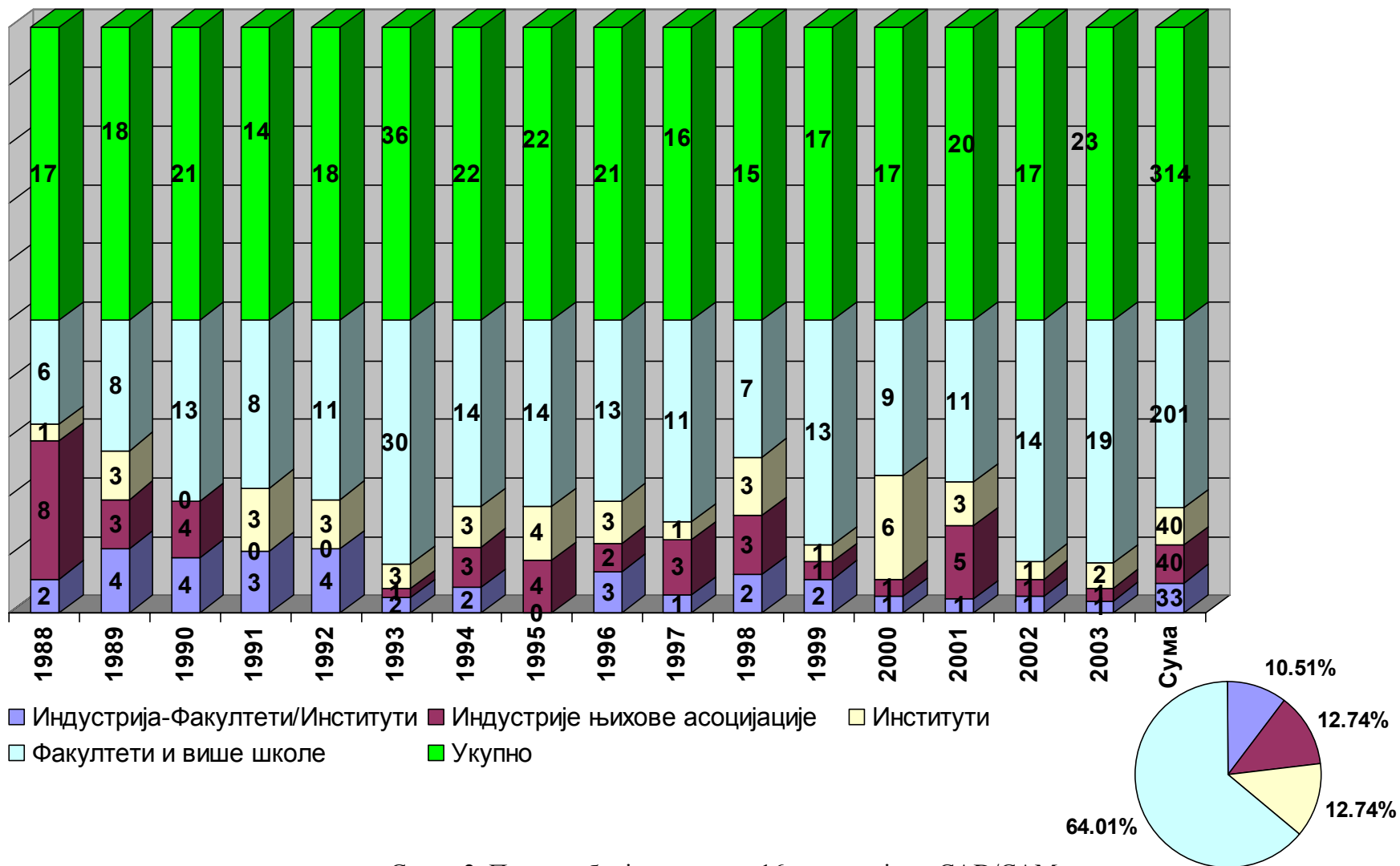
Настале промене у друштву у домену социјалног и економског окружења, стратегији, структури и управљању пословањем захтевају промене у домену универзитетског образовања, инжењерског факултета односно катедри. То подразумева неопходност програма глобалног реинжењеринга универзитета али и индустрије као два базна сегмента економског корпуса земље. Он се не може спровести без квалитетног финансирања образовања, финансирања истраживања и спољашње и унутрашње подршке овим активностима и става: какав профил инжењера желимо да имам у циљу задовољења потреба друштва како би били и део инжењерског естаблишмента у ширем окружењу. То подразумева неопходност формирања инжењерског садржаја у домену пројектовања целовитог плана и програма образовања машинских инжењера.

6. ЛИТЕРАТУРА

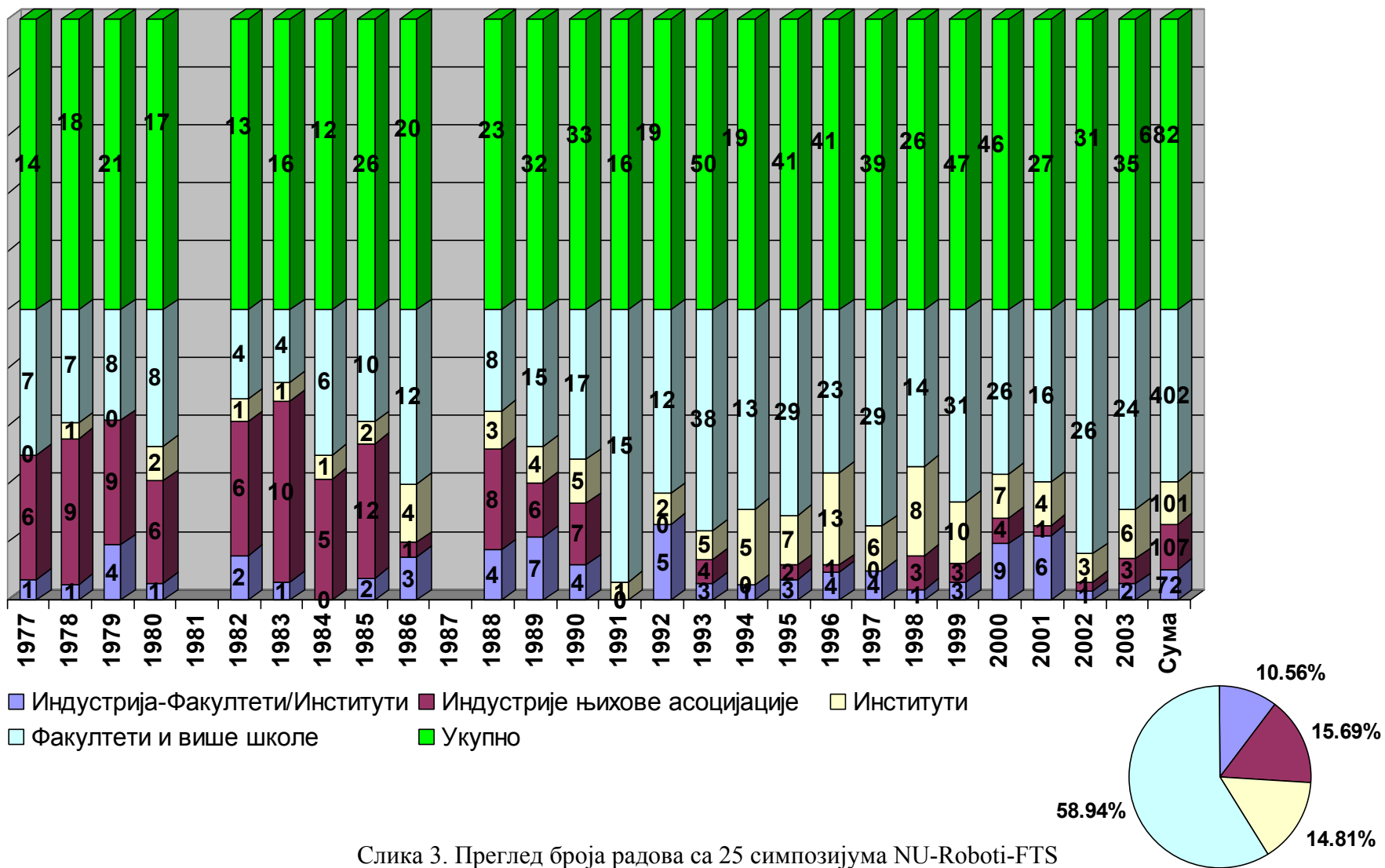
- [1] Deming W. E., Out of the Crisis, Edwards Deming Institute, 1986.
- [2] Drucker P. F., Managing for the Future, Truman Talley Books/Dutton, New York, 1992.
- [3] Калајџић М., Основна и примењена истраживања у производном инжењерству, 26. JUPITER конференција, уводни рад, Београд, 2000., с. С1-С8
- [4] Милачић В. Р., XXI за век – стратегија трансфера технологија, 25. JUPITER конференција, 27. симпозијум Управљање производњом у индустрији прераде метала, Београд, 1999., с.4.1-4.12
- [5] Милачић В., Менаџмент технологија, Прометеј, Нови Сад, 2003.
- [6] Спасић Ж., Вујачић Г., Пилиповић М., Калајџић М., Милачић В., JUPITER АСОЦИЈАЦИЈА: ретроспектива и перспектива деловања, 21. JUPITER конференција, уводни рад, Београд, 1995., с.1-12
- [7] Peters Tom, Thriving on Chaos, Handbook for a Management Revolution, California Limited Partneuship, 1987.



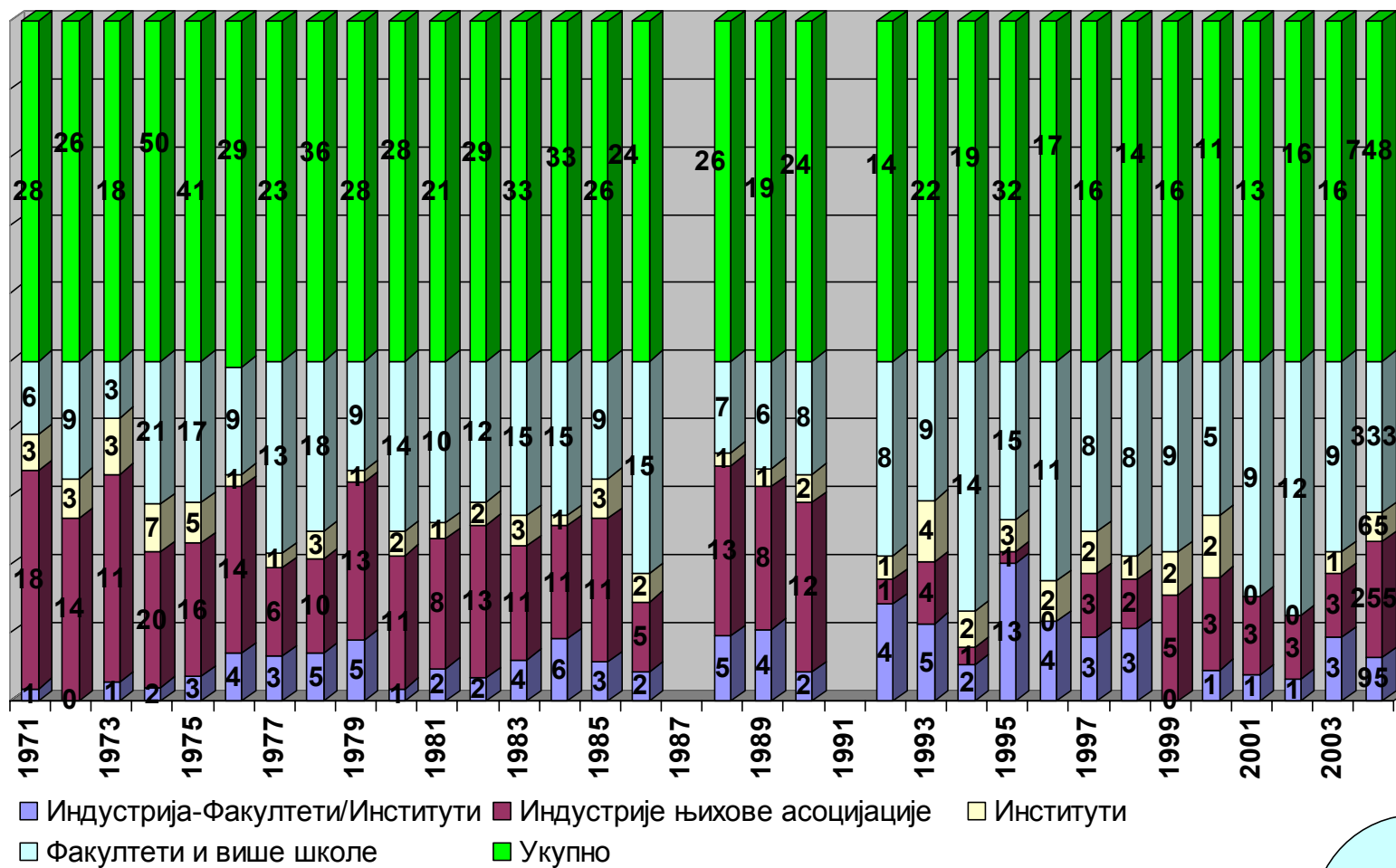
Слика 1. Преглед броја радова са 22 симпозијума СИМ у стратегији технолошког развоја индустрије прераде метала



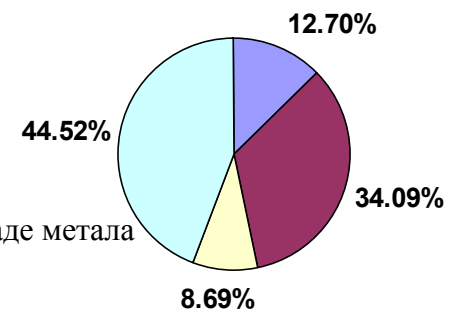
Слика 2. Преглед броја радова са 16 симпозијума CAD/CAM



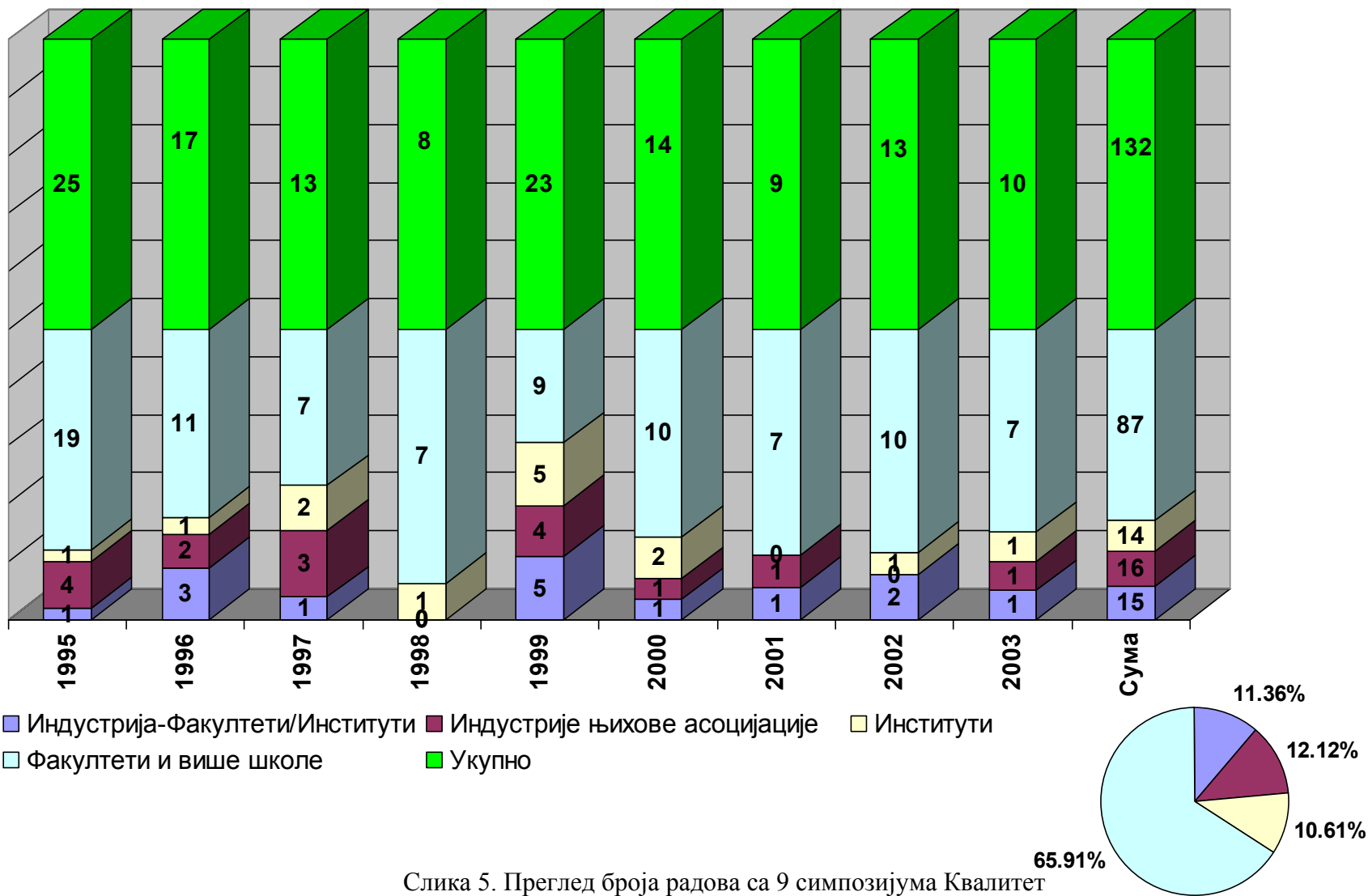
Слика 3. Преглед броја радова са 25 симпозијума NU-Roboti-FTS



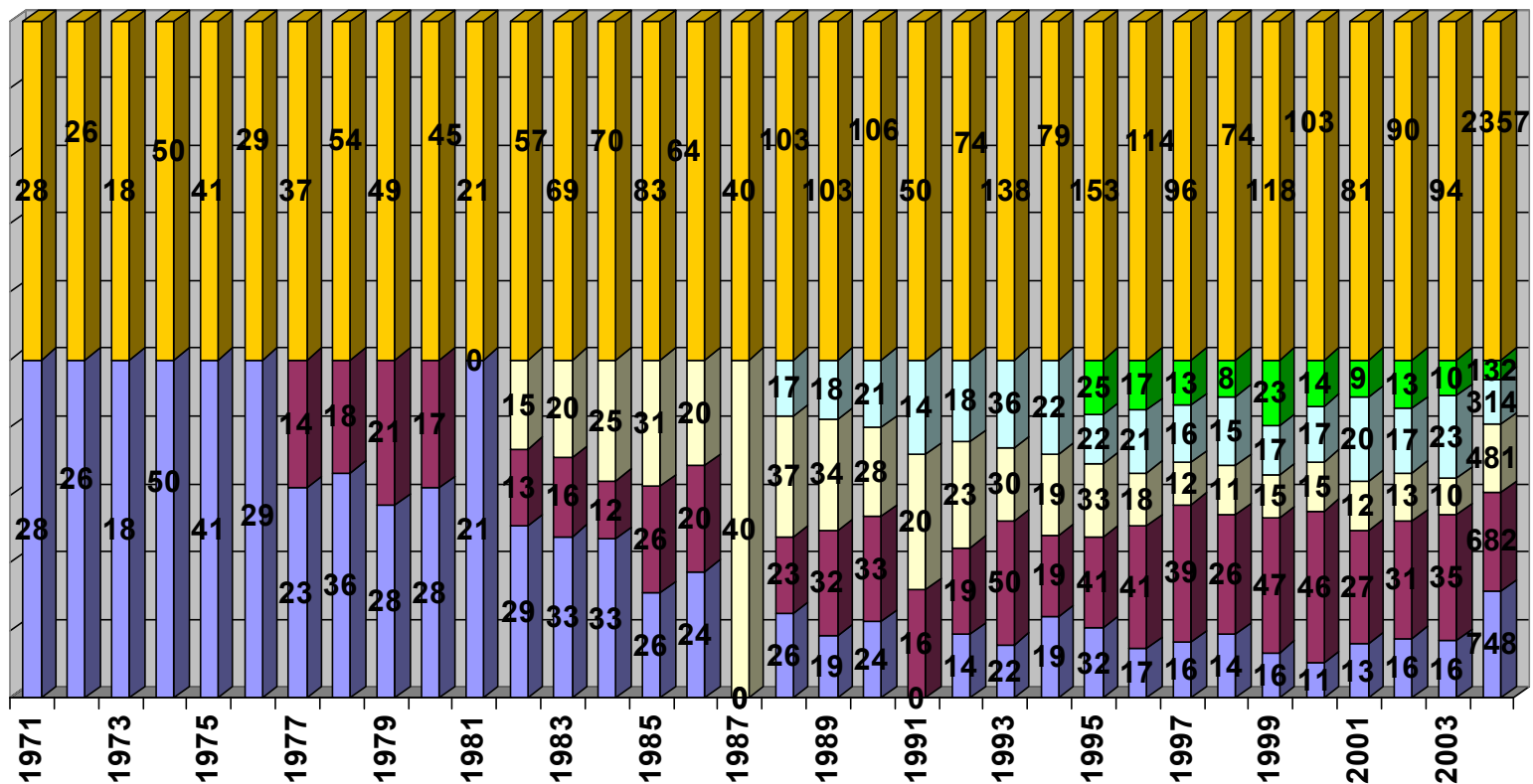
■ Индустија-Факултети/Институти
 ■ Индустије њихове асоцијације
 ■ Институти
 ■ Факултети и више школе
 ■ Укупно



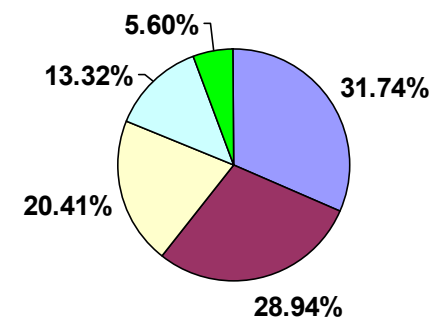
Слика 4. Преглед броја радова са 31 симпозијума Управљање производњом у индустрији прераде метала



Слика 5. Преглед броја радова са 9 симпозијума Квалитет



- Укупно
- Квалитет
- CAD/CAM
- CIM у стратегији технолошког развоја индустрије прераде метала
- NU-Roboti-FTS
- Управљање производњом у индустрији прераде метала



Слика 6. Преглед учешћа радова на JUPITER конференцијама

Табела 2.

СМЕР ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО – ПОДУСМЕРЕЊЕ ИНФОРМАЦИОНА ИНТЕГРАЦИЈА ПРЕДУЗЕЋА И АУТОМАТИЗАЦИЈА

СЕМЕСТРИ	X	Израда дипломског рада (28)																											
	IX	Компјутерски системи надзора (2+2)	Технологија аутоматске монтаже (2+2)	Компјутерски интегрисани системи (2+2)	Индустријски зоботи 2 (2+1)	БП и МЗ ⁷⁾ пројекат (0+3)	НОИИ ⁸⁾ (2+0)	Изборни предмет 2 (2+2)																					
	VIII	Машине алатке 2 (2+2)	Програмабилна аутоматизација (2+2)	Компјутерска дијагностика (2+2)	Индустријски зоботи 1 (2+1)	Компјутерски интегрисане технол. (2+2)	Комп. симулација у аутомат. произ. (2+2)	Изборни предмет 1 (2+2)																					
	VII	Машине алатке 1 (2+2)	Производни системи 1 (2+2)	Пројектовање алата (2+2)	Аутоматизација производње (2+2)	Менаџмент квалитетом (2+2)	Страни језик 3 (2+2)																						
	VI	Технол. обликовања и одвајања (2+2)	ТПО ⁴⁾ деформисањем (2+1)	Пројектов. помоћних прибора (2+2)	Производна метрологија (2+2)	Производно технолошки менаџмент (2+2)	ОП или ИЕ ⁶⁾ (2+1)																						
	V	Технологија обраде резањем (2+2)	ТПО ⁴⁾ резањем (2+1)	Техничка кибернетика (2+2)	ФИИП ⁵⁾ (2+2)	CAD/CAM (2+2)	Пословно техничке комуникације (2+2)																						
	IV	Математика 3 (2+2)	Механика флуида (2+2)	Термодинамика (2+2)	Електротехника 2 (2+2)	Производне технологије (2+2)	ОЕиОП (2+2)																						
	III	Увод у моделирање и симулације (2+2)	Механика 3 (2+2)	Материјали 2 (2+2)	Електротехника 1 (2+2)	Машински елементи (4+4)																							
	II	Математика 2 (2+2)	Механика 2 (2+2)	Материјали 1 (2+2)	Отпорност материјала (2+2)	Компјутерска графика (2+2)	ЕиОП ¹⁾ (2+0)	СЈ 2 ³⁾ (2+0)																					
I	Математика 1 (2+2)	Механика 1 (2+2)	Физика (2+2)	Информатика (2+2)	Техничко цртање (2+2)				Стр. језик 1 (3+0)																				
БРОЈ ЧАСОВА НЕДЕЉНО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	

1) Екологија и одрживи развој

2) Организација експеримента и обрада података

3) Страни језик 2

4) Теорија процеса обраде

5) Функционална интеграција интерактивног предузећа

6) Организација производње или Индустриска економија

7) Базе података и менаџмент знања

8) Настава, образовање и истраживање

У VIII сем. студент бира 1 од следећих 4 предмета:

1. Производни системи 2 (2+2)
2. Пројектовање технолошких процеса (2+2)
3. Компјутерско нумеричко управљање (2+2)
4. Стандарди и међупростори (2+2)

У IX сем. студент бира 1 од следећих 4 предмета:

1. Пројектовање обрадних система (2+2)
2. Мехатронски системи (2+2)
3. Дистрибуирани системи аутоматизације (2+2)
4. Интегрисано виртуално предузеће (2+2)

Табела 3.

СМЕР ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО – ПОДУСМЕРЕЊЕ ПРОИЗВОДНА КИБЕРНЕТИКА

СЕМЕСТРИ	X	Израда дипломског рада (28)																											
	IX	Rapid Prototyping (2+2)	Информациони системи – пројекат (0+4)				Компјутерски интегрисани системи (2+2)				Индустријски зоботи 2 (2+1)				Изборни предмет 2 (2+2)				Изборни предмет 3 (2+2)				X						
	VIII	Машине алатке 2 (2+2)				Производни системи 2 (2+2)				Пројектовање технолошких процеса (2+2)				Индустријски зоботи 1 (2+1)				Компјутерски интегрисане технол. (2+2)				Симултано инжењерство (2+2)				Изборни предмет 1 (2+2)			
	VII	Машине алатке 1 (2+2)				Производни системи 1 (2+2)				Пројектовање алата (2+2)				Аутоматизација производње (2+2)				Менаџмент квалитетом (2+2)				Страни језик 3 (2+2)				X			
	VI	Технол. обликовања и одвајања (2+2)				ТПО ⁴⁾ деформисањем (2+1)				Пројектов. помоћних прибора (2+2)				Производна метрологија (2+2)				Производно технолошки менаџмент (2+2)				ОП или ИЕ ⁶⁾ (2+1)				X			
	V	Технологија обраде резањем (2+2)				ТПО ⁴⁾ резањем (2+1)				Техничка кибернетика (2+2)				ФИИП ⁵⁾ (2+2)				CAD/CAM (2+2)				Пословно техничке комуникације (2+2)				X			
	IV	Математика 3 (2+2)				Механика флуида (2+2)				Термодинамика (2+2)				Електротехника 2 (2+2)				Производне технологије (2+2)				ОЕиОП (2+2)				X			
	III	Увод у моделирање и симулације (2+2)				Механика 3 (2+2)				Материјали 2 (2+2)				Електротехника 1 (2+2)				Машински елементи (4+4)				X							
	II	Математика 2 (2+2)				Механика 2 (2+2)				Материјали 1 (2+2)				Отпорност материјала (2+2)				Компјутерска графика (2+2)				ЕиОП ¹⁾ (2+0)		СЈ 2 ³⁾ (2+0)		X			
	I	Математика 1 (2+2)				Механика 1 (2+2)				Физика (2+2)				Информатика (2+2)				Техничко цртање (2+2)				Стр. језик 1 (3+0)				X			
БРОЈ ЧАСОВА НЕДЕЉНО		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

1) Екологија и одрживи развој

2) Организација експеримента и обрада података

3) Страни језик 2

4) Теорија процеса обраде

5) Функционална интеграција интерактивног предузећа

6) Организација производње или Индустриска економија

У VIII сем. студент бира један, а у IX сем. два изборна предмета из следеће групе:

1. Програмабилна аутоматизација (2+2)
2. Реверзно инжењерство (2+2)
3. Телеинжењеринг (2+2)
4. Моделирање и израда скулпторских површина (2+2)
5. Вештачка интелигенција (2+2)

6. Препознавање облика (2+2)

7. Производни мехатронски системи (2+2)

8. Сви обавезни и изборни предмети других подусмерења

Табела 4.

СМЕР ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО – ПОДУСМЕРЕЊЕ ПРОИЗВОДНА МЕТРОЛОГИЈА И МЕНАЏМЕНТ КВАЛИТЕТОМ

СЕМЕСТРИ	X	Израда дипломског рада (28)																													
	IX	Модел ТQM (2+2)	Интегрисани менаџмент системи (2+2)	Компјутерски интегрисани системи (2+2)	Индустријски зоботи 2 (2+1)	Изборни предмет 2 (2+1) или (2+2)	Изборни предмет 3 (2+1) или (2+2)																								
	VIII	Машине алатке 2 (2+2)	Производни системи 2 (2+2)	Ресурси производног машинства (2+2)	Индустријски зоботи 1 (2+1)	Компјутерски интегрисане технол. (2+2)	Стандарди за менаџмент квалитетом (2+2)	Изборни предмет 1 (2+1) или (2+2)																							
	VII	Машине алатке 1 (2+2)	Производни системи 1 (2+2)	Пројектовање алата (2+2)	Аутоматизација производње (2+2)	Менаџмент квалитетом (2+2)	Страни језик 3 (2+2)																								
	VI	Технол. обликовања и одвајања (2+2)	ТПО ⁴⁾ деформисањем (2+1)	Пројектов. помоћних прибора (2+2)	Производна метрологија (2+2)	Производно технолошки менаџмент (2+2)	ОП или ИЕ ⁶⁾ (2+1)																								
	V	Технологија обраде резањем (2+2)	ТПО ⁴⁾ резањем (2+1)	Техничка кибернетика (2+2)	ФИИП ⁵⁾ (2+2)	CAD/CAM (2+2)	Пословно техничке комуникације (2+2)																								
	IV	Математика 3 (2+2)	Механика флуида (2+2)	Термодинамика (2+2)	Електротехника 2 (2+2)	Производне технологије (2+2)	ОЕиОП (2+2)																								
	III	Увод у моделирање и симулације (2+2)	Механика 3 (2+2)	Материјали 2 (2+2)	Електротехника 1 (2+2)	Машински елементи (4+4)																									
	II	Математика 2 (2+2)	Механика 2 (2+2)	Материјали 1 (2+2)	Отпорност материјала (2+2)	Компјутерска графика (2+2)	ЕиОП ¹⁾ (2+0)	СЈ 2 ³⁾ (2+0)																							
I	Математика 1 (2+2)	Механика 1 (2+2)	Физика (2+2)	Информатика (2+2)	Техничко цртање (2+2)	Стр. језик 1 (3+0)																									
БРОЈ ЧАСОВА НЕДЕЉНО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			

- 1) Екологија и одрживи развој
- 2) Организација експеримента и обрада података
- 3) Страни језик 2
- 4) Теорија процеса обраде
- 5) Функционална интеграција интерактивног предузећа
- 6) Организација производње или Индустрјска економија

У VIII сем. студент бира један изборни предмет из следеће групе:

1. Нумерички управљане мерне машине (2+2)
2. Менаџерске технике квалитета (2+2)
3. Системи акредитације и сертификације (2+1)
4. Пројектовање технолошких процеса (2+2)
5. Остали изборни или обавезни предмети из VIII сем. других подусмерења (2+1) или (2+2)

У IX сем. студент бира један изборни предмет из следеће групе:

1. Интелигентна производна метрологија (2+2)
2. Национална инфраструктура квалитета (2+2)
3. Пројектовање обрадних система (2+2)
4. Остали изборни или обавезни предмети из IX сем. других подусмерења (2+1) или (2+2)

Табела 5.

СМЕР ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО – ПОДУСМЕРЕЊЕ ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО ЗА МАЛА И СРЕДЊА ПРЕДУЗЕЋА

СЕМЕСТРИ	X	Израда дипломског рада (28)																										
	IX	Модел ТQM (2+2)	Маркетинг и испитивање тржишта (2+2)	ГQM за мала и средња предузећа (2+2)	Индустријски зоботи 2 (2+1)	Изборни предмет 2 (2+1) или (2+2)	Изборни предмет 3 (2+1) или (2+2)																					
	VIII	Машине алатке 2 (2+2)	Производни системи 2 (2+2)	Пословни модели М/С предузећа (2+2)	Индустријски зоботи 1 (2+1)	Компјутерски интегрисане технол. (2+2)	Информационо моделирање М/С П (2+2)	Изборни предмет 1 (2+1) или (2+2)																				
	VII	Машине алатке 1 (2+2)	Производни системи 1 (2+2)	Пројектовање алата (2+2)	Аутоматизација производње (2+2)	Менаџмент квалитетом (2+2)	Страни језик 3 (2+2)																					
	VI	Технол. обликовања и одвајања (2+2)	ТПО ⁴⁾ деформисањем (2+1)	Пројектов. помоћних прибора (2+2)	Производна метрологија (2+2)	Производно технолошки менаџмент (2+2)	ОП или ИЕ ⁶⁾ (2+1)																					
	V	Технологија обраде резањем (2+2)	ТПО ⁴⁾ резањем (2+1)	Техничка кибернетика (2+2)	ФИИП ⁵⁾ (2+2)	CAD/CAM (2+2)	Пословно техничке комуникације (2+2)																					
	IV	Математика 3 (2+2)	Механика флуида (2+2)	Термодинамика (2+2)	Електротехника 2 (2+2)	Производне технологије (2+2)	ОЕиОП (2+2)																					
	III	Увод у моделирање и симулације (2+2)	Механика 3 (2+2)	Материјали 2 (2+2)	Електротехника 1 (2+2)	Машински елементи (4+4)																						
	II	Математика 2 (2+2)	Механика 2 (2+2)	Материјали 1 (2+2)	Отпорност материјала (2+2)	Компјутерска графика (2+2)	ЕиОР ¹⁾ (2+0)	СЈ 2 ³⁾ (2+0)																				
	I	Математика 1 (2+2)	Механика 1 (2+2)	Физика (2+2)	Информатика (2+2)	Техничко цртање (2+2)				Стр. језик 1 (3+0)																		
БРОЈ ЧАСОВА НЕДЕЉНО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

1) Екологија и одрживи развој

2) Организација експеримента и обрада података

3) Страни језик 2

4) Теорија процеса обраде

5) Функционална интеграција интерактивног предузећа

6) Организација производње или Индустијска економија

У VIII семестру студент бира један изборни предмет из групе свих изборних или обавезних предмета из VIII семестра других подусмерења (2+1) или (2+2).

У IX семестру студент бира један изборни предмет из групе свих изборних или обавезних предмета из IX семестра других подусмерења (2+1) или (2+2).

Табела 6.

СМЕР ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО – ПОДУСМЕРЕЊЕ ПРОИЗВОДНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ

СЕМЕСТРИ	X	Израда дипломског рада (28)																										
	IX	Савремени алатни материјали (2+2)	Технологије ослобађања материјала (2+2)	Компјутерски интегрисани системи (2+2)	Индустријски зоботи 2 (2+1)	Изборни предмет 2 (2+1) или (2+2)	Изборни предмет 3 (2+1) или (2+2)																					
	VIII	Машине алатке 2 (2+2)	Системи алата за обраду лимана (2+2)	Системи алата за заземљено обликовање (2+2)	Индустријски зоботи 1 (2+1)	Пројектовање технолошких процеса (2+2)	Компјутерски интегрисане технол. (2+2)	Изборни предмет 1 (2+1) или (2+2)																				
	VII	Машине алатке 1 (2+2)	Производни системи 1 (2+2)	Пројектовање алата (2+2)	Аутоматизација производње (2+2)	Менаџмент квалитетом (2+2)	Страни језик 3 (2+2)																					
	VI	Технол. обликовања и одвајања (2+2)	ТПО ⁴⁾ деформисањем (2+1)	Пројектов. помоћних прибора (2+2)	Производна метрологија (2+2)	Производно технолошко менаџмент (2+2)	ОП или ИЕ ⁶⁾ (2+1)																					
	V	Технологија обраде резањем (2+2)	ТПО ⁴⁾ резањем (2+1)	Техничка кибернетика (2+2)	ФИИП ⁵⁾ (2+2)	CAD/CAM (2+2)	Пословно техничке комуникације (2+2)																					
	IV	Математика 3 (2+2)	Механика флуида (2+2)	Термодинамика (2+2)	Електротехника 2 (2+2)	Производне технологије (2+2)	ОЕиОП (2+2)																					
	III	Увод у моделирање и симулације (2+2)	Механика 3 (2+2)	Материјали 2 (2+2)	Електротехника 1 (2+2)	Машински елементи (4+4)																						
	II	Математика 2 (2+2)	Механика 2 (2+2)	Материјали 1 (2+2)	Отпорност материјала (2+2)	Компјутерска графика (2+2)	ЕиОП ¹⁾ (2+0)	СЈ 2 ³⁾ (2+0)																				
I	Математика 1 (2+2)	Механика 1 (2+2)	Физика (2+2)	Информатика (2+2)	Техничко цртање (2+2)				Стр. језик 1 (3+0)																			
БРОЈ ЧАСОВА НЕДЕЉНО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

1) Екологија и одрживи развој

2) Организација експеримента и обрада података

3) Страни језик 2

4) Теорија процеса обраде

5) Функционална интеграција интерактивног предузећа

6) Организација производње или Индустијска економија

У VIII семестру студент бира један од следећих 5 предмета:

1. Производни системи 2 (2+2)
2. Програмабилна аутоматизација (2+2)
3. Микро и нано технологије (2+2)
4. Неконвенционалне методе обраде (2+1)
5. Системи алата за ливење (2+2)

У IX семестру студент бира два од следећа 3 предмета:

1. Пројектовање обрадних система (2+2)
2. Дизајн и функционалност производа (2+2)
3. САЕ и симулације (2+2)

Табела 7.

СМЕР ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО – ПОДУСМЕРЕЊЕ АГИЛНИ ТЕХНОЛОШКИ СИСТЕМИ

СЕМЕСТРИ	X	Израда дипломског рада (28)																														
	IX	Агилни технолошки системи (2+2)	Израда и испитивање основног произв.(2+2)				Компјутерски интегрисани системи (2+2)				Индустријски зоботи 2 (2+1)				Изборни предмет 3 (2+2)				Изборни предмет 4 или (2+2)				X	X	X	X	X	X				
	VIII	Машине алатке 2 (2+2)	Ресурси производног машинства (2+2)				Пројектовање основног производа (2+2)				Индустријски зоботи 1 (2+1)				Компјутерски интегрисане технол. (2+2)				Изборни предмет 1 (2+2)				Изборни предмет 2 (2+1) или (2+2)				X	X	X	X	X	X
	VII	Машине алатке 1 (2+2)	Производни системи 1 (2+2)				Пројектовање алата (2+2)				Аутоматизација производње (2+2)				Менаџмент квалитетом (2+2)				Страни језик 3 (2+2)				X	X	X	X	X	X				
	VI	Технол. обликовања и одвајања (2+2)	ТПО ⁴⁾ деформисањем (2+1)				Пројектов. помоћних прибора (2+2)				Производна метрологија (2+2)				Производно технолошки менаџмент (2+2)				ОП или ИЕ ⁶⁾ (2+1)				X	X	X	X	X	X				
	V	Технологија обраде резањем (2+2)	ТПО ⁴⁾ резањем (2+1)				Техничка кибернетика (2+2)				ФИИП ⁵⁾ (2+2)				CAD/CAM (2+2)				Пословно техничке комуникације (2+2)				X	X	X	X	X	X				
	IV	Математика 3 (2+2)	Механика флуида (2+2)				Термодинамика (2+2)				Електротехника 2 (2+2)				Производне технологије (2+2)				ОЕиОП (2+2)				X	X	X	X	X	X				
	III	Увод у моделирање и симулације (2+2)	Механика 3 (2+2)				Материјали 2 (2+2)				Електротехника 1 (2+2)				Машински елементи (4+4)				X	X	X	X	X	X								
	II	Математика 2 (2+2)	Механика 2 (2+2)				Материјали 1 (2+2)				Отпорност материјала (2+2)				Компјутерска графика (2+2)				ЕиОП ¹⁾ (2+0)		СЈ 2 ³⁾ (2+0)		X	X	X	X	X	X				
	I	Математика 1 (2+2)	Механика 1 (2+2)				Физика (2+2)				Информатика (2+2)				Техничко цртање (2+2)				Стр. језик 1 (3+0)				X	X	X	X	X	X				
БРОЈ ЧАСОВА НЕДЕЉНО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				

1) Екологија и одрживи развој

2) Организација експеримента и обрада података

3) Страни језик 2

4) Теорија процеса обраде

5) Функционална интеграција интерактивног предузећа

6) Организација производње или Индустриска економија

У VIII сем. студент бира 2 од сл. 10 предмета:

1. Производни системи 2 (2+2)
2. Програмабилна аутоматизација (2+2)
3. Динамика обрадних система (2+2)
4. Неконвенционалне методе обраде (2+1)
5. Прорачун и испитивање носећих структура (2+2)
6. Реверзно инжењерство (2+2)
7. Експериментисање у пројектовању (2+2)
8. Флексибилни технолошки системи (2+2)
9. Конфигурисање машина алатки (2+2)
10. Пројектовање технолошких процеса (2+2)

У IX сем. студент бира 2 од следећих 5 предмета:

1. Пројектовање обрадних система (2+2)
2. Програмирање обрадних система (2+2)
3. Симулације у пројектовању (2+2)
4. Експериментисање са протиповима (2+2)
5. Технологија аутоматске монтаже (2+2)

Табела 8.

СМЕР ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО – ПОДУСМЕРЕЊЕ ДИЗАЈН И ОБЛИКОВАЊЕ ПОЛИМЕРА

СЕМЕСТРИ	X	Израда дипломског рада (28)																										
	IX	Обрадни системи за блик. полимера (2+2)	Пројектов. алата за блик. полимера (2+2)	Компјутерски интегрисани системи (2+2)	Индустријски зоботи 2 (2+1)	Изборни предмет 2 (2+1) или (2+2)	Изборни предмет 3 или (2+2)																					
	VIII	Машине алатке 2 (2+2)	Пројектовање технолошких процеса (2+2)	Полимери и композити (2+2)	Индустријски зоботи 1 (2+1)	Компјутерски интегрисане технол. (2+2)	Методe обликовања полимера (2+2)	Изборни предмет 1 (2+1) или (2+2)																				
	VII	Машине алатке 1 (2+2)	Производни системи 1 (2+2)	Пројектовање алата (2+2)	Аутоматизација производње (2+2)	Менаџмент квалитетом (2+2)	Страни језик 3 (2+2)																					
	VI	Технол. обликовања и одвајања (2+2)	ТПО ⁴⁾ деформисањем (2+1)	Пројектов. помоћних прибора (2+2)	Производна метрологија (2+2)	Производно технолошки менаџмент (2+2)	ОП или ИЕ ⁶⁾ (2+1)																					
	V	Технологија обраде резањем (2+2)	ТПО ⁴⁾ резањем (2+1)	Техничка кибернетика (2+2)	ФИИП ⁵⁾ (2+2)	CAD/CAM (2+2)	Пословно техничке комуникације (2+2)																					
	IV	Математика 3 (2+2)	Механика флуида (2+2)	Термодинамика (2+2)	Електротехника 2 (2+2)	Производне технологије (2+2)	ОЕиОП (2+2)																					
	III	Увод у моделирање и симулације (2+2)	Механика 3 (2+2)	Материјали 2 (2+2)	Електротехника 1 (2+2)	Машински елементи (4+4)																						
	II	Математика 2 (2+2)	Механика 2 (2+2)	Материјали 1 (2+2)	Отпорност материјала (2+2)	Компјутерска графика (2+2)	ЕиОР ¹⁾ (2+0)	СЈ 2 ³⁾ (2+0)																				
	I	Математика 1 (2+2)	Механика 1 (2+2)	Физика (2+2)	Информатика (2+2)	Техничко цртање (2+2)				Стр. језик 1 (3+0)																		
БРОЈ ЧАСОВА НЕДЕЉНО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

1) Екологија и одрживи развој

2) Организација експеримента и обрада података

3) Страни језик 2

4) Теорија процеса обраде

5) Функционална интеграција интерактивног предузећа

6) Организација производње или Индустриска економија

У VIII сем. студент бира 1 од следећих 4 предмета:

1. Производни системи 2 (2+2)

2. Програмабилна аутоматизација (2+2)

3. Алата за обликовање полимера (2+2)

4. Неконвенционалне методе обраде (2+1)

У IX сем. студент бира 2 од следећих 5 предмета:

1. Пројектовање обрадних система (2+2)

2. Програмирање обрадних система за обликовање полимера (2+2)

3. Симулације бризгања полимера (2+2)

4. Израда и испитивање алата за полимере (2+2)

5. Технологија израде прототипова алата (2+2)



Згуровский М.З. академик НАН Украины, Бобырь Н.И. д.т.н., проф.; НТУУ "КПИ", г.Киев, Украина

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ВЫСШЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В НТУУ "КПИ" И БОЛОНСКИЙ ПРОЦЕСС

Рассмотрены основные организационно-методические аспекты сближения высшего технического образования. Украины в Европейское образовательное пространство на примере Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт" в контексте Болонского процесса.

В сентябре 2003г. Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт" подписал Великую Хартию европейских университетов. Великая хартия университетов – это важная вторая составляющая Болонского процесса, существующая на уровне университетов.

Болонский процесс на уровне государств был основан 19 июня 1999 года в г.Болонья (Италия) подписанием 29 министрами образования Европейских стран от имени своих правительств документа, получившего название "Болонская декларация". Этим актом страны-участницы согласовали общие требования, критерии и стандарты национальных систем высшего образования и договорились о создании единого европейского образовательного и научного пространства до 2010 года. В границах этого пространства должны действовать единые условия признания дипломов об образовании, трудоустройства и мобильности граждан, что должно значительно повысить конкурентоспособность европейского рынка труда и образовательных услуг. Таким образом, основным требованием Болонского процесса является обеспечение качества высшего образования, как на уровне государства, так и на уровне высшего учебного заведения.

Сегодня Украина делает практические шаги с целью реализации основных положений Болонской декларации в системе своего высшего образования и науки. Конкретная Программа реализации этих положений на 2004-2007 года определяется соответствующим Указом Президента Украины и Приказами Министерства образования и науки Украины.

На совещании ректоров высших технических учебных заведений Украины "Высшее техническое образование и Болонский процесс" (г. Харьков 17-18 марта 2004г.) было отмечено, что переход Украины на ступенчатую систему высшего образования в 1996 году, несколько раньше многих стран Европы, в основном соответствует требованиям Болонской декларации. В НТУУ "КПИ" на первом цикле образования (составляет 4 года) студент получает базовое высшее образование (образовательный уровень) и квалификацию бакалавра (образовательно-квалификационный уровень). Таким образом, этот уровень не требует реформирования. Существующий образовательно-квалификационный уровень специалиста (1,8 года обучения после степени бакалавра) – это традиционный и наиболее распространенный в экономике Украины. Этот уровень инженерной подготовки планируется заменить на образовательно-квалификационный уровень магистра-инженерии. Существующий сегодня образовательно-квалификационный уровень магистра в НТУУ "КПИ" (2 года обучения после степени бакалавра) фактически соответствует принятому странами – участницами Болонского процесса уровню магистра наук. Их подготовка направлена на выполнение задач инновационного характера и научно – педагогическую

деятельность. Программа подготовки магистра наук включает элементы программы подготовки кандидата наук (эквивалент подготовки P h D), как составляющая третьего цикла образования.

На сегодня в Украине несколько завышено количество направлений и специальностей, по которым ведется подготовка бакалавров, специалистов и магистров. В связи с этим актуальной задачей является усовершенствование структуры (в направлении укрупнения) направлений подготовки и специальностей для всех образовательно-квалификационных уровней. Эти направления и специальности будут согласованы с соответствующими европейскими направлениями подготовки кадров.

Программы подготовки кандидатов наук в Украине требует согласования с программами подготовки докторов философии. Эти программы должны определить участники Болонского процесса и, удовлетворив требования до P h D, Украина может ввести образовательно – научную степень доктора философии, таким образом решив вопрос об эквивалентности этих научных степеней.

На сегодня в Украине научную степень доктора наук планируется оставить, как признание более высокого уровня научных достижений, как уровень более высокой научной квалификации.

Одним из главных принципов Болонского процесса выступает создание системы контроля качества высшего образования. В Украине система обеспечения качества образования существует на трех уровнях: на уровне университетов; на государственном уровне (государственная и государственно-общественная система контроля); международная (Европейская). Система контроля на уровне университета включает контроль качества учебного процесса (организацию, кадровое и дидактическое обеспечение), контроль качества подготовки специалистов (оценка знаний, результаты трудоустройства и дальнейшего карьерного роста).

Государственная и государственно-общественная система обеспечения гарантий качества высшего образования включает: стандарты высшего образования (государственные стандарты, отраслевые стандарты и стандарты высшего образования.); государственный контроль качества (инспекция и государственная аттестация, в виде Государственной экзаменационной комиссии); государственно-общественный контроль (лицензирование, аккредитация).

Для адаптации нашей системы гарантий качества к европейским требованиям необходимо: разработать и согласовать со всеми участниками Болонского процесса критерии оценки качества высшего образования на всех уровнях, обеспечить прозрачность результатов оценки качества и свободного доступа к этой информации.

При этом на международном уровне Украина развивает сотрудничество с организацией признания дипломов (ENIC/NARIC) и углублением своих связей с Европейской сетью обеспечения качества у высшем образовании (ENQA). Эта система создана с целью содействия европейскому сотрудничеству в области обеспечения качества между всеми заинтересованными сторонами (органы власти, учреждения и организации высшего образования), которые занимаются проверкой качества образования.

На сегодня в НТУУ "КПИ" практически создана система обеспечения качества учебного процесса, которая включает формирование учебных планов и программ ориентированных на кредитно-модульную систему организации учебного процесса, оптимизацию соотношений разных видов учебных занятий, обеспечивающая дистанционную форму образования и использование информационных технологий.

Вводится в практику рейтинговая система оценки знаний на основе единых требований к названным модулям с их межвузовским признанием.

Одним из условий Болонского процесса является также утверждение единой системы кредитных единиц (ECTS). Для адаптации нашей системы организации учебного процесса к европейской системе кредитного взаимопризнания, элементы которого уже наработаны техническими университетами Украины, необходимо до 2005г. обеспечить

выдачу к дипломом о высшем образовании европейского образца, создать накопительно-зачетную кредитную систему со спектра существующих в Украине специальностей, разработать согласованные учебные модули и внедрить новую систему оценки знаний студентов за едиными критериями.

В НТУУ "КПИ" создана система последипломного образования, как основа обеспечения образования на протяжении всей жизни. Она включает межотраслевой институт повышения квалификации с сетью филиалов на каждом факультете. Таким образом, реализация изложенных основных положений концепции обеспечит адаптацию высшего технического образования к условиям Болонского процесса и вхождения Украины в европейское образовательное сообщество.



SAVREMENI TRENDOVI U RAZVOJU ALATNIH MAŠINA
CONTEMPORARY TRENDS IN DEVELOPMENT OF MACHINE TOOLS

dr Bućan Mirko, dr Kvirgić Vladimir¹

Rezime: U radu su prikazani stanje razvoja i strukturne promene u industriji alatnih mašina u svetu u poslednjoj deceniji 20. veka.

U drugom delu rada prikazani su trendovi razvoja alatnih mašina u svetu sa posebnim osvrtom na rekonfigabilne alatne mašine.

U trećem delu rada analizirani su uzroci krize i stanje Jugoslovenske industrije alatnih mašina na početku 21. veka. Predloženi su mogući pravci razvoja i putevi za obnovu industrije alatnih mašina - jedne od strateških industrija naše zemlje.

Summary: State of development and structural changes in machine tools industry in the last decade of 20th century are presented in this work.

In the second part, trends of development of machine tools in the world are shown, with special regard of reconfigurable machine tools.

The third part analyses causes of crisis and the state of Yugoslav machine tools industry in the beginning of 21st century. Possible ways of development and reconstruction of machine tools industry are pointed out. It is one of the strategic industries of our country.

1. UVODNE NAPOMENE

U periodu 1991-2001. došlo je do krupnih strukturnih promena na svetskom tržištu alatnih mašina, velikih kriza u industrijama alatnih mašina u nizu zemalja, ali i do novog ciklusa razvoja alatnih mašina u svetu.

Jugoslovenska industrija alatnih mašina, do 1991. godine na 11-mestu u svetu po obimu proizvodnje i izvoza, ušla je u decenijski period stagnacije i duboke krize. Neophodno je restrukturiranje i novi ciklus razvoja radi povratka na svetsko tržište, odnosno radi opstanka ove industrije.

Cilj ovog izlaganja je da se ukaže na stanje i trendove razvoja industrije alatnih mašina u svetu, kao i moguće pravce razvoja i puteve za obnovu Jugoslovenske industrije alatnih mašina.

2. RAZVOJ ALATNIH MAŠINA U SVETU U PERIODU 1991 - 2001.

2.1. Promene na svetskom tržištu

U periodu 1991 - 2001. došlo je do krupnih strukturnih promena na svetskom tržištu alatnih mašina:

- Pored glavnih "potrošača" - autoindustrije i avioindustrije, sve veći udeo u potrošnji alatnih mašina ima i niz drugih industrija (npr. ind. energetske opreme, industrija prerade drveta i dr.)
- Pojedina velika tržišta alatnih mašina, npr. bivšeg Sovjetskog saveza, zemalja Istočne Evrope, zemalja u razvoju (Iran, Irak,...) i Jugoslavije - su "nestala". S druge strane, periodično dolazi do padova potrošnje u Zapadnoj Evropi i SAD, prisutan je stalni rast tržišta Kine, Koreje, Tajvana,...
- Serijska proizvodnja lakih CNC i drugih alatnih mašina dodatno se preselila na Istok, tj. pored Japana, sada su veliki proizvođači i izvoznici Južna Koreja i Tajvan.
- Proizvodnja livenih i zavarenih delova noseće strukture za srednje i teške alatne mašine za potrebe fabrika u Zapadnoj Nemačkoj, Italiji i Švajcarskoj se velikim delom "preselila" u zemlje Istočne Evrope (Češka, Poljska, Mađarska), zatim odlivaka u Rumuniju i Bugarsku.
- Vodeći svetski proizvođači velikih horizontalnih obradnih centara za bušenje-glodanje i vertikalno struganje poslednjih godina su italijanske fabrike PAMA SAIMP i CARNAGHI, dok su nemački proizvođači ovih mašina u krizi. Na Evropskom tržištu su se pojavili i proizvođači izuzetno jeftinih malih CNC- alatnih mašina, nemački KNUTH (mašine proizvedene u Tajvanu), zatim američki HAAS i FADAL.

¹ dr Bućan Mirko, dipl.ing, dr Kvirgić Vladimir, dipl.ing., (Ivo Lola Ribar Sistem, a.d. Beograd

- Cene alatnih mašina uz daleko bolje performanse su značajno niže u odnosu na cene iz perioda do 1991.
- Ukupan obim proizvodnje i prodaje alatnih mašina u svetu u istom periodu generalno beleži pad, koji je posledica pre svega strukturnih promena, zatim "nestanka" pojedinih tržišta, i sada dominirajućeg udela visokoproduktivnih obradnih centara, odnosno malog udela klasičnih mašina.

2.2. Ulazak u krize i pregrupisanja u industriji alatnih mašina

Sa "nestankom" velikog tržišta Sovjetskog Saveza, svi nekada veliki proizvođači alatnih mašina u Sovjetskom Savezu, zemljama Istočne Evrope, delom i Zapadne Evrope i Jugoslavije - su ušli u duboku krizu (pad proizvodnje na 10%) ili su nestali sa tržišta.

Jedino veliki Češki proizvođači ŠKODA, TOS-ove fabrike, MAS KOVOSVIT, posle teške krize zahvaljujući pre svega razvoju modernih obradnih centara i preorijentaciji na Zapadno tržište sada izlaze iz krize.

Veliki Zapadnonemački proizvođači alatnih mašina zbog "nestanka" "ruskog tržišta" i recesije u Zapadnoj Evropi, posle velike krize se pregrupisavaju - integrišu u nove snažne programski orijentisane grupacije :

- GILDEMEISTER (Gildemeister, Deckel, Maho,...) preuzima vodeće mesto u svetu po obimu proizvodnje od JAMAZAKI grupe. (≈7000 kom. ≈ 1-mld USD)
- DS TECHNOLOGIE (Dorries, Scharmann, Drop & Rhein,...)
- INGERSOLL (Ingersoll Rockfort, Waldrich Coburg, Waldrich Siegen, Bohle,...)
- HEYLIGENSTAEDT (Kolb, Rovensburg,...) i dr.

za serijsku proizvodnju srednje teških i teških obradnih centara nove generacije. Pojedine poznate fabrike se gase (Schiess, Steinel,...) ili su još uvek u krizi (Weingarten,...).

Poslednjih meseci deo grupacije THYSSEN-KRUPP na programu alatnih mašina (Huller-Hile, FADAL, Giddings & Lewis iz SAD,...) se integrisao u grupaciju GILDEMEISTER (sada se preko 1,6 mld USD godišnje proizvodnje).

Slične promene odigrale su se i u industrijama alatnih mašina u drugim Zapadno-evropskim zemljama.

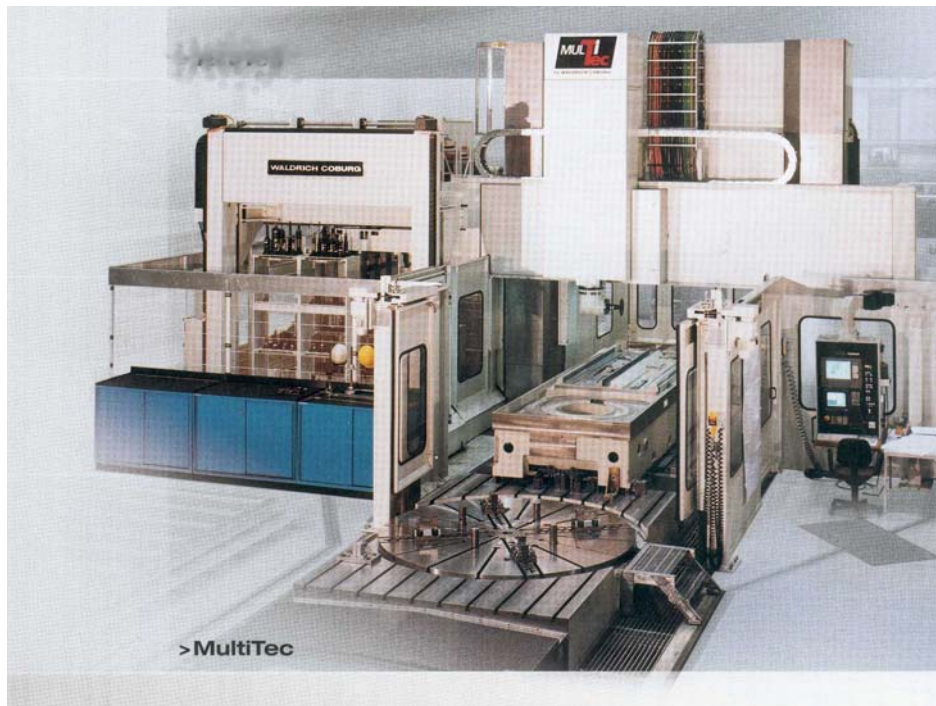
Integrisali su se COMAU i Renault Automation, INSSE izašao iz Mandellija, i dr. Engleske fabrike su u krizi, na "sceni" je snažna španska grupacije DANOBAT,...

U oblasti proizvodnje CNC upravljačkih jedinica "nestali" su Bosch, Philips, San Giorgio i dr. Opstali su Siemens, Heidenhein, FIDIA-zahvaljujući razvoju novih kvalitetnijih ali jeftinijih CNC jedinica.

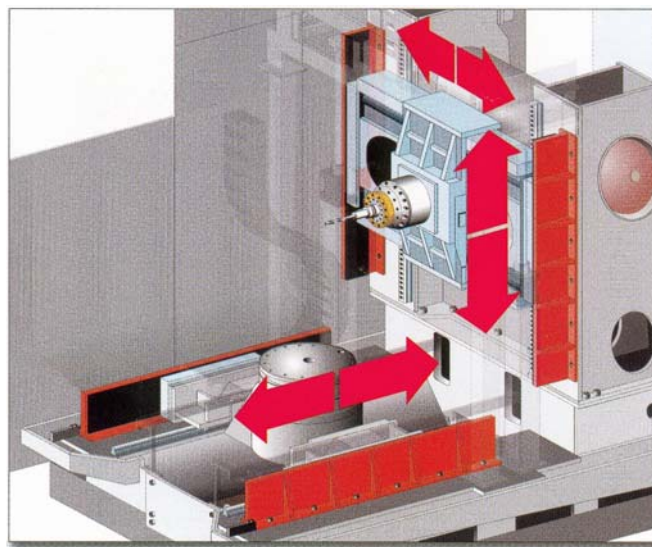
2.3. Tehnološki razvoj alatnih mašina

Osnovne karakteristike razvoja alatnih mašina u ovom periodu su :

- Sofisticirani visokoproduktivni i precizni obradni centri :
 - Brojevi obrtaja radnog vretena standardno 3.000 - 15.000 o/min. sa hladjenjem alata kroz vreteno, (primena motor-vretena),
 - Brzine kretanja duž linearnih osa 20-60m/min. (primena linearnih vodjica),
 - Povišena tačnost pozicioniranja (5-10nm) na ukupnim hodovima osa,
 - Dvostruko veće brzine izmene alata, i brzine izmene paleta,
 - Mašine sa 5-D obradom su osvojili svi poznatiji proizvođači glodalica (ugradnja jedinica glodanja sa dve upravljane ose),
 - CE - znak, (povišena bezbednost mašina)
 - Garantni period 2-godine i u Evropi od 2002.
- Umesto složenih i skupih velikih fleksibilnih obradnih sistema, dominiraju :
 - Obradni centri sa 4-8 paleta, dvovreteni i trovreteni obradni centri
 - Kombinovani "gantry" obradni centri za portalno glodanje, bušenje i vertikalno struganje (Sl.1.) i dr.
- Umesto transfer linija (proizvođači HELLER, EX-CELL-O, HULLER-HILE, COMAU, RENAULT, LITTON, IVO LOLA RIBAR, STANKOAGREGAT, S. ORDZONIKIDZE,...) proizvode se fleksibilne linije sastavljene iz serijski proizvedenih obradnih centara i dr.- povezanih automatskim sistemom ciklusnog transporta i centralnim sistemom upravljanja (Sl. 2.).
- Visoka podela rada i specijalizacija u proizvodnji, odnosno :
 - Fabrike finalisti-plasiraju tehnologije, projektuju i montiraju mašine,
 - Fabrike - proizvođači modula : Motor-vretena (Kessler, Siemens), dvoosne jedinice glodanja, radna vretena, (Cytec, Fischer, Starrag, FAG,...), magacini alata, paletni sistemi, transporteri strugotine, agregati hladjenja, hidro-agregati, kabine,...
 - Fabrike komponenti : Motori za glavne i pomoćne pogone, ležajevi, komponente hidraulike, teleskopi, agregati podmazivanja , CNC-jedinice, i dr.



Sl. 1. Multi Tec kombinovani obradni sistem WAC za obradu složenih delova glodanjem, bušenjem i struganjem



Sl. 2. EX-CELL-O Obradni centar sa linearnim motorima, za ugradnju u autom. linija za proizvodnju delova u autoindustriji

- Razvoj u tehnologiji proizvodnje :
 - Tankozidni precizni odlivci SL 30 i sve više GGG 50, sa min. dodacima za ravnog .
 - Precizno glodane naležne površine za linearne vodjice (Minimalno učešće samog brušenja u proizvodnji delova noseće strukture)
 - Ravne CNC glodne ili CNC brušene površine konkavne ili konveksne, u zavisnosti od deformacija delova noseće strukture pri radu mašine.
 - Višestruko veći zahtevi za tačnošću obrade delova (ravnost, pravost, uspravnost (0,003 do 0,015 na dužini 1000 odnosno 7.000 mm) - koriste se klimatizovane hale za završnu obradu delova.

2.4. Alatne mašine za nekonvencionalne obrade

U poslednjih deset godina niz fabrika alatnih mašina serijski proizvodi mašine za obradu delova "odnošenjem čestica materijala" :

- Obrada sečenjem laserom, plazmom i vodom,

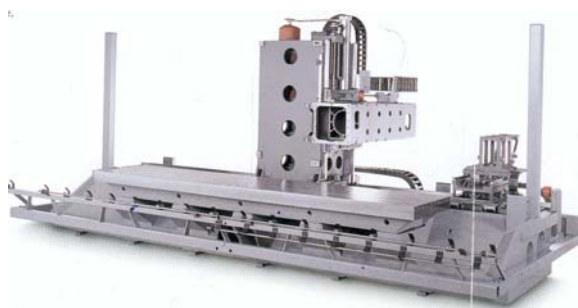
- Obrada erodiranjem pomoću elektrode ili žice,
 - Obrada ultrazvukom (GILDEMEISTER i drugi)
- koje omogućuje produktivnu i jeftinu obradu čeličnih i takodje tvrdih, krutih ili mekih nemetalnih materijala (staklo, mermer, keramika, plastika i sl.).

3. TRENDOVI RAZVOJA ALATNIH MAŠINA

3.1.Osnovni trendovi razvoja alatnih mašina

Poslednjih nekoliko godina prisutni su, potvrđeni u serijskoj proizvodnji, sledeći trendovi razvoja alatnih mašina u Svetu :

- Primena linearnih motora (Sl.2.), koji omogućuju brzine pozicioniranja linearnih osa do 200 m/min (HELLER, EX-CELL-O, GILDEMEISTER, i dr.), uz istovremeno uprošćenje konstrukcije (izbacuju se prenosnici pom.kretanja, zavojna vretena sa kuglicama, krajnji prekidači..),
- Primena polimer - betona za velike delove noseće strukture mašina /Waldrich Coburg, Gildemeister,..) u cilju poboljšanja dinamičke stabilnosti, uz istovremeno smanjenje težine mašina (Sl. 3).
- Mašine sa paralelnom kinematikom (Teški obradni centri za 5D-glodanje u avioindustriji ECOSPEED-proizvod DS -Tehnologie, obradni centri za 5D-glodanje TRI CENTAR-proizvod Gildemeister, (Sl.4.,,..))
- Rekonfigurabilne mašine - mašine sa mogućnošću brze promene strukture obzirom na proizvodni zadatak.



Sl. 3. Obradni centar GILDEMEISTER tip DMF-360L, sa postoljem od polimer betona, i pogonom stuba alata (X-Osa) pomoću linearnog motora.

Takodje ciklusi razvoja alatnih mašina su dvostruki kraći, npr. GILDEMEISTER se svake godine pojavljuje sa 20-25 novih tipova mašina.



Sl. 4. Obradni centar GILDEMEISTER tip TriCentar sa paralelnom kinematikom za brzu orijentaciju i pozicioniranje radnog vretena

3.2.Rekonfigurabilni proizvodni sistemi

U serijskoj proizvodnji mašinskih delova sve češći su zahtevi za brzom promenom proizvoda. Da bi se to postiglo razvijaju se rekonfigurabilni proizvodni sistemi. Komponente ovih sistema su rekonfigurabilne mašine alatke i rekonfigurabilni upravljački sistemi. Objasnimo neke osnovne tipove proizvodnih linija.

3.2.1. Tipovi proizvodnih linija

Transfer linije (Dedicated Manufacturing Lines – DML)

Sastavljene su od relativno jeftinih atomatskih mašina. Projektovane su da proizvode određene delove i da imaju vrlo veliku proizvodnost. Kada se koriste za proizvodnju velikih serija delova, ostvaruju malu cenu koštanja delova koji se proizvode. Ne mogu se lako promeniti da bi proizvodili neke druge delove. Ovakve linije su se ranije najviše koristile u visokoserijskoj proizvodnji.

Fleksibilni proizvodni sistemi (Flexible Manufacturing Systems)

Mogu proizvoditi širok asortiman delova, različitih po obliku i veličini. Sastoje se od više relativno skupih CNC mašina opšte namene. Manje su produktivni i skuplji su od transfer linija. Produktivnost ovih sistema se stalno povećava sa povećanjem brzina CNC mašina alatki. Prednost im je što se relativno lako prilagođavaju promenama proizvodnog programa.

Rekonfigurabilni proizvodni sistemi (Reconfigurable Manufacturing Systems – RMS)

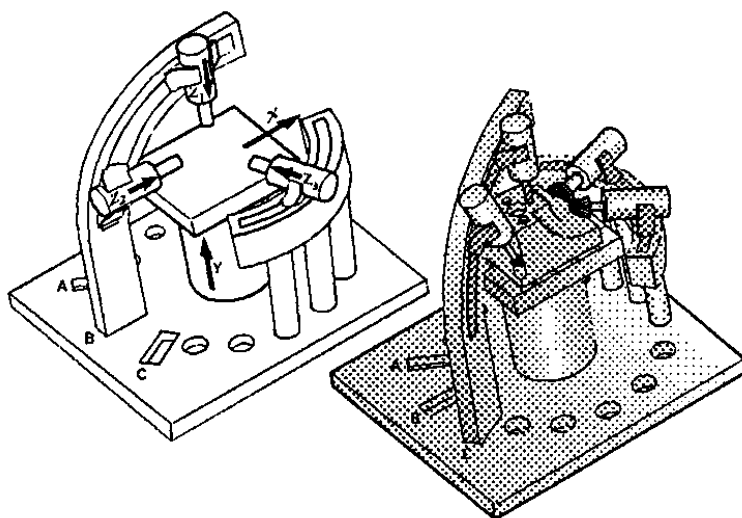
Rekonfigurabilni proizvodni sistemi treba da odgovore na brze promene zahteva tržišta bez velikih troškova. Oni ne samo da treba da imaju veliku produktivnost, koja je odlika transfer linija, i fleksibilnost, koja je odlika fleksibilnih proizvodnih sistema, već treba da omoguće i mnogo bržu i efikasniju promenu strukture proizvodne linije. Ovde se proizvodna linija menja dodavanjem mašina ili izmenom mašina i to izmenom konfiguracija mašina i izmenom upravljačkih programa mašina (dodavanje novih vretena ili izmena magacina alata i integrisanje naprednijih kontrolera). Dok su transfer linije projektovane za proizvodnju određenih delova, a fleksibilni proizvodni sistemi za proizvodnju širokog asortimana delova, ovi sistemi su projektovani za proizvodnju familija tehnološki sličnih delova.

3.3. Rekonfigurabilne mašine alatke (RMT)

Glavne komponente rekonfigurabilnih proizvodnih sistema su CNC mašine i rekonfigurabilne mašine alatke (RMT). RMT predstavlja novi tip mašine. To je modularna mašina sa promenljivom strukturom (moguće je na primer dodavanje novog vretena). Rekonfigurabilne mašine alatke zahtevaju i rekonfigurabilne upravljačke module, koji se mogu brzo menjati i integrisati u upravljačke sisteme sa otvorenom arhitekturom.

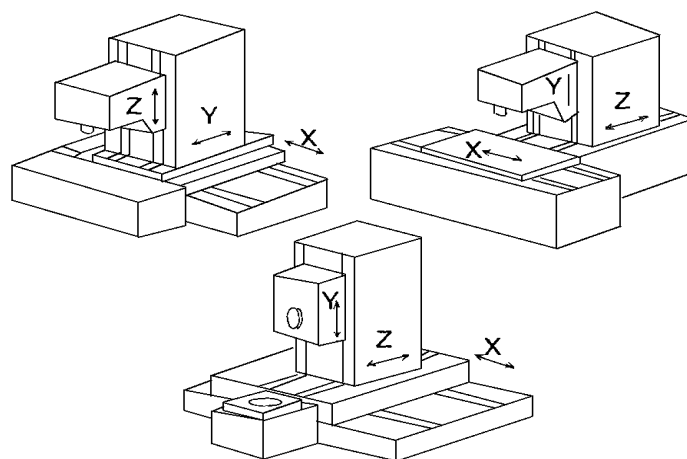
Jedna od glavnih osobina rekonfigurabilnih mašina alatki jeste modularnost. Sve glavne komponente su modularne (strukturni elementi, ose, upravljanje).

Konceptualni dizajn jedne rekonfigurabilne mašine alatke koju su patentirali Koren i Kota prikazan je na skici 5. Pošto je cilj da se napravi mašina koja može da obrađuje delove kod kojih se menjaju veličina i oblik, ovde se vretena mogu premeštati da bi izvršila istu operaciju na različitim mestima, ili zameniti drugim vretenima da bi izvršila neku drugu operaciju. Vretena, takođe, mogu biti dodavana ili skidana.



Sl. 5. Konceptualni dizajn jedne rekonfigurabilne mašine

Koncept modularnog dizajna mašina alatki je dobro poznat. Slika 6. prikazuje šemu tipičnog 3-osnog modularnog obradnog centra. Sada će biti razmatrane mogućnosti povećanja rekonfigurabilnosti mašina alatki s obzirom na raznolikost proizvoda.



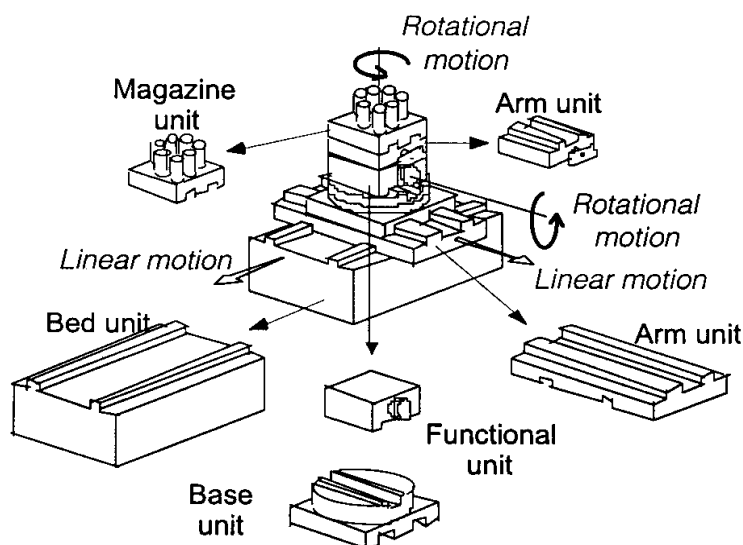
Sl.6. Modularni obradni centar

Rekonfigurabilnost sobzirom na veličinu radnog komada

Ovde je dovoljno imati module mašina kao što su stubovi, stolovi, radna vretena i slično u različitim veličinama. Rekonfigurabilnost se postiže zamenom modula.

Rekonfigurabilnost sobzirom na geometriju radnog komada

Da bi se povećala rekonfigurabilnost mašina alatki, potrebna za različite geometrijske oblike delova, povećava se broj osa mašine dodavanjem novih osa ili zamenom neke jedinice mašine, jedinicom sa više stepeni slobode. Slika 7 šematski prikazuje moguće rekonfiguracije 5-osnog obradnog centra. Neke komercijalno dostupne 5-osne mašine se rekonfigurišu zamenom rotacionog radnog stola 3-osnim stolom, a neke zamenom glave radnog vretena glavom sa 2 dodatne ose.



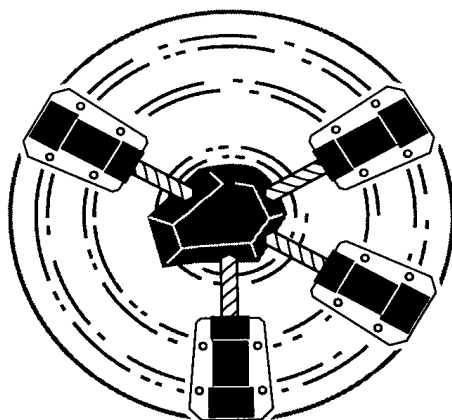
Sl. 7. Montaža modula potrebnih za obrtne ose

Rekonfigurabilnost potrebna za povećanje produktivnosti

Ovde se jednovretene jedinice zamenjuju dvovretenim ili čak viševretenim jedinicama. Primer rekonfigurabilne mašine alatke dat je na Sl. 8. Prikazan je deo koga jednovremeno obrađuju 4 jedinice, a koji je postavljen na obrtni sto. Ovde dve dodatne ručne ose služe da se postigne pozicija i ugao rezanja radnog vretena.

Rekonfigurabilnost potrebna za promenu vrste obrade

Da bi se postigla promena vrste obrade nekada nije dovoljno samo promeniti rezni alat, već je potrebno takođe i promeniti i konfiguraciju mašine alatke. Kod nekih aplikacija na centrima za struganje se vrše i glodanja i bušenja. Tada se na obradne centre za struganje dodaju odgovarajuće jedinice. Slika 8. prikazuje mašinu, koja se može pretvoriti u vertikalni strug na kome se vrši bušenje, glodanje, struganje.



Sl. 8. Vertikalni centar za struganje i glodanje sa više radnih vretena

4. ALATNE MAŠINE JUGOSLAVIJE

4.1. Uzroci krize i stanje na početku 2002.

Osnovni uzroci krize u industriji alatnih mašina Jugoslavije su :

- "Nestanak" 1991-93 svih glavnih tržišta : Sovjetskog Saveza (raspad sistema), Zemalja u razvoju (ratovi), Jugoslavije (razbijanje države) i Zapadnog tržišta (sankcije, recesije).
- Prekid kreditiranja i garantovanja izvoznih poslova od 1992,
- Višegodišnja kašnjenja u naplati isporučenih poslova Rusiji, ZUR...

Direktne posledice gubitka tržišta i izvora finansiranja su :

- Prekid svih serijskih proizvodnji alatnih mašina, odnosno pad zaposlenosti na 15-30%, poslovanje sa gubicima, blokade, dugovi,
- Prekid svih industrijskih kooperacija, prekid razvoja mašina,
- Prestanak prijema mladih radnika - veliko kadrovsko slabljenje fabrika, promena strukture "produktivni - neproduktivni" sa 1:1 na sada 1:3.

U ovakvoj situaciji sve fabrike su u cilju opstanka nalazile druge (skupe) kanale za izvoz, ulazile u alternativne (netehnološke) programe (poslovi. za VJ, EPS, ŽTP, malu privredu...), i potražile nova "teža" tržišta za alatne mašine (npr. Kina i dr.), i zaduživale se.

Stanje fabrika alatnih mašina na početku 2002. je sledeće :

- Zastareli proizvodi koje većinom ne prihvata Zapadno tržište,
- Nedostatak radnika za I-smenu (livci, modelari, varioci) i mašinskih radnika za II smenu, kao i mladih stručnjaka za razvoj i rukovodjenje,
- Zastareo mašinski park (dominiraju klasične mašine, CNC-mašine čekaju zamenu "elektronike")
- Nagomilani gubici, dugovi, blokirani računi, veliki socijalni teret viška neproduktivnih radnika sve to u uslovima u Zemlji :

- Bez kreditiranja i garantovanja izvoznih poslova
- "Nemanja" domaćeg tržišta za alatne mašine (IPM je u dubokoj krizi).
- Decenijska nezainteresovanost omladine za školovanje za proizvodne struke
- Neekonomičnosti proizvodnje za izvoz (fiksni kurs dinara više od 2,5 godine uz stalan rast svih troškova poslovanja).

4.2. Putevi za izlazak iz krize

Osnovni preduslovi za opstanak preostale domaće industrije alatnih mašina - tehnološki najkvalitetnije i strateške industrije svake zemlje, su :

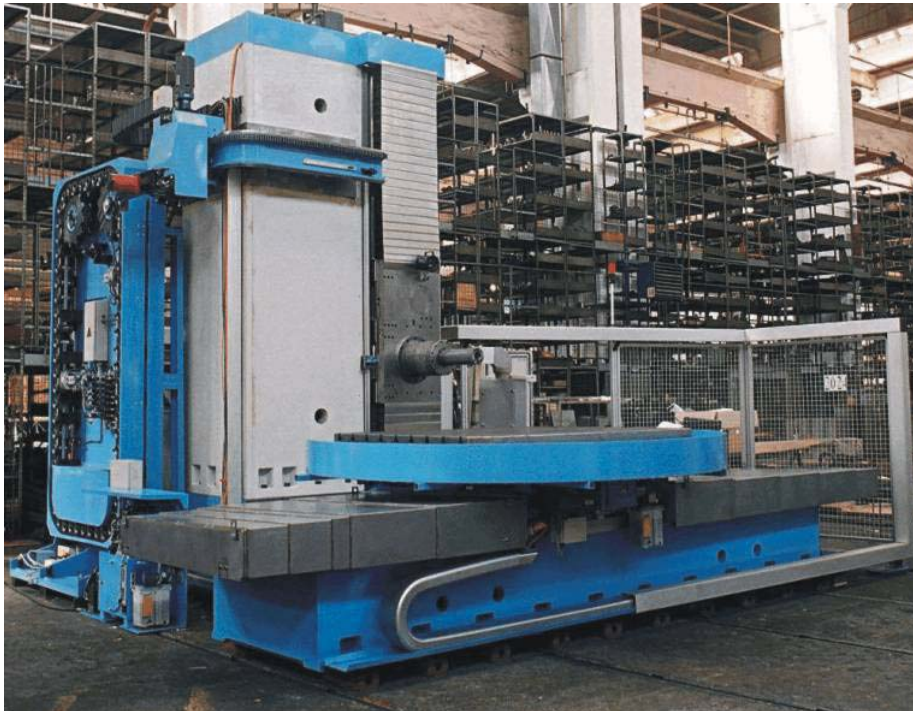
- Programsko, tržišno, organizaciono i finansijsko prestrukturiranje - orijentacija na alatne mašine visokog tehnološkog nivoa za izvoz, oslobadjanje od viška zaposlenih, reprogram i otpis dugova;
- Razvoj novih alatnih mašina za zapadno tržište;
- Obnova industrijskih kooperacija sa Zapadnoevropskim fabrikama - radi bržeg zapošljavanja i tehnološke obnove kapaciteta, i lakšeg rešavanja problema finansiranja (kupac dostavlja materijal, plaća po svakoj isporuci);
- Kadrovska obnova - podmladjivanje u domenu razvoja i rukovodjenja, i popuna deficitarnim radnicima za I i II smenu.
- Oправка i modernizacija mašinskog parka.

Navedene poslovne zahvate mogu izvesti samo odlučna rukovodstva u fabrikama alatnih mašina, ali uz pomoć države u isplati viška zaposlenih, dodeli inicijalnih fin. sredstava, i u reprogramu i otpisu dugova. Sa relativno malim ulaganjima država bi pomogla opstanka ove strateški važne industrije.

4.3. Prestruktuiranje fabrika alatnih mašina u LOLA SISTEM-u

Prema PROGRAMU KONSOLIDACIJE donetom od strane Vlade Republike Srbije, započet je u decembru 2001. proces prestruktuiranja LOLINIH fabrika alatnih mašina :

- Objedinjene fabrike na programu alatnih mašina u Beogradu u jednu snažnu fabriku alatnih mašina, automatizacije i alata,
- Rešen problem viška zaposlenih, trenutno je odnos "produktivni-neproduktivni" 1:1, uz nedostatak livaca i mašinskih radnika za II i III smenu.
- Napuštena proizvodnja zastarelih tipova mašina BH, BG, HBG-80, Rapid,), započet razvoj novih teških obradnih centara za svetsko tržište :
 - Horizontalni obradni centri HBG-130 i HBG -200 prečnika radnog vretena $\varnothing 130$ i $\varnothing 200$ (Sl.9.)
 - Dokompletiranje familije obradnih centara, za verikalno struganje (Strug JVS-18CNC, nedostajući moduli).
 - Nova familija specijalizovanih hidrauličkih presa (Prese 630t i dr.) za fino prosecanje,
 - na kojima je prisutna relativno malobrojna konkurencija u Svetu.



*Sl. 9. Obradni centar HBG-130 CO sa linearnim sistemom vođenja
(broj obrtaja r.vretena 3000 o/min.)*

- Započeo proces obnove industrijskih kooperacija sa Zapadnim fabrikama na programu obradnih centara :
 - PAMA, MANDELLI, uskoro HELLER, - Horizontalni obradni centri,
 - DECKEL-MAHO, - Vertikalni obradni centri
 - kojima treba da se LOLA vrati na svetsko tržište (Zapadna Evropa, SAD, Kina). Domaćeg tržišta za LOLINE programe alatnih mašina neće biti u narednih par godina.

Glavni i odlučujući uslovi i za uspeh prestruktuiranja i konsolidacije LOLE su i :

- Kadrovska obnova - ponovno osposobljavanje LOLE za livenje najsloženijih i najvećih odlivaka, i mašinsku proizvodnju u 2 i 3 smene (uslov za rentabilnost fabrike), i
- Modernizacija mašinskih i livačkih kapaciteta (zamena motora i CNC upravljačkih jedinica i nova merna oprema, opravka i dokompletiranje livačke opreme),

Od posebne važnosti ovde za programski razvoj i kadrovsku obnovu je saradnja LOLE sa Mašinskim i drugim fakultetima u Zemlji. Ovde samo pominjemo saradnju sa Mašinskim fakultetom u Beogradu na projektu velikih CNC-glodalica sa paralelnom kinematikom.

5. ZAKLJUČNE NAPOMENE

- Izuzetno oštra konkurencija na svetskom tržištu, zahteva od proizvođača alatnih mašina stalni razvoj-podizanje performansi mašina, kao i usavršavanje tehnologije proizvodnje mašina, u cilju skraćenja ciklusa proizvodnje i sniženja troškova proizvodnje.
- Opstanak jugoslovenske industrije alatnih mašina, posle 10-godišnje duboke krize, je uslovljen "povratkom" na svetsko tržište, pre svega na tržište Zapadne Evrope i SAD, odnosno sa :
 - Osvajanjem novih mašina - prema sadašnjem stanju i trendovima razvoja alatnih mašina.
 - Obnovom industrijskih kooperacija sa Zapadnim fabrikama - da bi ubrzano zaposlili kapacitete i podigli tehnološki nivo istih,
 - Kadrovskom obnovom -osposobljavanjem za sopstveni razvoj i ekonomičnu (dvosmenski rad) proizvodnju,
 - Obnovom bankarskog sistema - neophodnog za finansiranje i garantovanje izvoznih poslova, i
 - Merama ekonomske politike - u smislu ekonomske stimulacije izvoza mašina i opreme - proizvoda visoke složenosti.
- Navedena obnova i novi ciklus razvoja u jugoslovenskoj industriji alatnih mašina, je moguća, uz odlučno sprovođenje odgovarajućih programa prestrukturiranja fabrika alatnih mašina, podržanih od strane Vlade Republike Srbije. U suprotnom nastavlja se daleko odmakli proces "rastakanja" i potpune marginalizacije ove strateški važne industrije.

6. LITERATURA

- | | | |
|-----|---|---|
| [1] | Ivo Lola Ribar
Sistem Beograd | Projektna dokumentacija LOLA Mašine alatke, alati i automatizacija (dokumentacija ograničene cirkulacije), 2002., Beograd |
| [2] | Proizvođači alatnih mašina iz Evrope, SAD, Japana | Prospektna dokumentacija za alatne mašine, EMO - Hanover, 2001., METAV - Dusseldorf, 2002., IMTS Chicago 2002. |
| [3] | University of Michigan, NSF (ERC/RMS) | College of Engineering Creates World's First Full-Scale Reconfigurable Machine Tool, IMTS, Chicago, Sept. 2002. |

30. JUPITER KONFERENCIJA
30th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



23. simpozijum

CIM U STRATEGIJI TEHNOLOŠKOG
RAZVOJA INDUSTRIJE PRERADE METALA

Beograd, april 2004..

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

ARSOVSKI, S., STEFANOVIĆ, M. Metodologija i strategije reinženjeringa softverskih aplikacija	1.7
DRNDAREVIĆ, D., MILIVOJEVIĆ, M., SOKIĆ, D., RADOJIČIĆ, N. Sistem označavanja poslovanja u valjaonici aluminijuma.....	1.19
HERMAN, K., SPASIĆ, Ž. Informaciona integracija podсистema održavanje i dijagnostika i praćenje proizvoda u eksploataciji.....	1.27
RADOJEVIĆ, Z., RADOJEVIĆ, M., BOŠKOVIĆ, D. Mesto i uloga CIM sistema u primeni JIT proizvodnje	1.1
RAKONJAC, M. CIM u malim proizvodnim preduzećima.....	1.23
ROMIĆ, L. Primena internetske tehnologije u inoviranju računovodstvene funkcije	1.15
STEFANOVIĆ, M., ARSOVSKI, S. Uporedna analiza postojećeg stanja IS u domaćoj i inostranoj metaloprerađivačkoj industriji.....	1.11

← NAZAD



Z. Radojević, M. Radojević, D. Bošković¹

MESTO I ULOGA CIM SISTEMA U PRIMENI JIT PROIZVODNJE

Sadržaj – Ovim radom želimo da prikazemo JIT proizvodnju u odnosu na informacioni sistem CIM. CIM sistem, kao sistem budućnosti, sve više napreduje i pospešuje JIT proizvodnju.

Karakteristično za JIT proizvodnju su njen početak i završetak, jer su sve tehnološke radnje od početka usmerene ka završetku tehnološkog procesa. Tehnološki proces se završava na kraju radnog vremena, jedne ili više smena, u zavisnosti od toga kako je organizovan kompletan proizvodni proces.

CIM sistem u ovoj proizvodnji ima ulogu informacionog sistema, koji je neophodan da bi se kompletan tehnološki proces proizvodnje izvršio.

1. UVOD

Savremena proizvodnja se bazira na fleksibilnosti, koja zahteva proizvodnju malih serija i različitih proizvoda po nameni i upotrebi. Da bi zadovoljili zahtevanu tražnju tržišta, neophodno je da se složeni proizvodni sistemi kvalitetno analiziraju, kako bi izrađeni proizvod bio kvalitetan i jeftin.

Danas se pojavljuje veliki broj proizvođača istog proizvoda, što stvara veliku konkurentnost na tržištu, te nas primorava da dobro razmislimo o svakoj predloženoj tehnološkoj operaciji, a čiji je zbir kompletan tehnološki proces proizvodnje. Današnji proizvodni menadžer mora da poseduje veliko tehnološko znanje, da bi kvalitetno tehnološki razradio konstruisan proizvod. Svaka ušteda doprinosi smanjenju cene koštanja proizvoda, a time povećava konkurentnost na tržištu.

JIT proizvodnja koja se obavlja bez magacinskog prostora, već ostvaruje uštedu, a još kada se dodaju kvalitetne tehnološke operacije (0 greška), možemo reći da smo postigli traženi cilj, jer smo na taj način proizveli kvalitetan i jeftin proizvod. Zbog ovih karakteristika koje smo izneli, težnja je svake fabrike da isprojektuje i realizuje proizvodnju na bazi zahteva JIT proizvodnje.

Kompleksnost različitih tehnoloških procesa u proizvodnom sistemu zahteva određene specifičnosti, pa deluje nemoguće kompletnu proizvodnju dovesti na predloženi nivo – JIT. To ne znači da smo do sada primenili sve tehnologije, koje se javljaju u proizvodnom procesu, pa nam se uvek pojavljuje zahtev da isprojektujemo JIT za deo proizvodnje, bez obzira na tehnologiju, vreme izrade i količinu proizvoda, koju možemo proizvesti u ograničenom vremenskom intervalu.

Razvojem JIT proizvodnje, razvija se i informacioni sistem, koji omogućuje da se brzo i efikasno donesu odluke koje se pojavljuju u tehnološkom procesu proizvodnje.

2. JUST-IN-TIME PROIZVODNJA

Just-in-time proizvodnja znači "tačno na vreme", i odnosi se na proizvodnju, kao i na zadovoljenje kupaca. Ova proizvodnja se prvi put javila u Japanu, u Toyota Company. Pažnja je bila usmerena na industrijsku proizvodnju, kao osnovni sektor, gde je došlo do stvaranja novih ideja i rešenja. Veliki broj izbirljivih potrošača i rast konkurencije zahtevali su promene u ovom sektoru. Suštinska promena u dotadašnjoj proizvodnoj filozofiji bila je preorijentacija sa proizvodnje na tržište. Ova orijentacija prema tržištu predstavljala je jednu novu filozofiju, koja je okrenuta prema proizvodu, jer je proizvod orijentisan prema tržištu. Japanski koncept proizvodnje predstavlja potpunu orijentaciju na proizvod, kako bi se zadovoljio kupac.[1]

¹ Prof. dr Zoran Radojević, Fakultet organizacionih nauka u Beogradu, Telefon: 3950-819

Prof. dr Miroslav Radojević, Viša tehnička mašinska škola u Zemunu

dipl. ing. Dragana Bošković, Fakultet organizacionih nauka u Beogradu, Telefon: 3950-860

E-mail: dibis@eunet.yu

2.1. Definicija JIT-a

Princip "Just-in-time" predstavlja proizvodnju gotovih proizvoda "tačno na vreme", da bi se zadovoljili kupci. Primenjen je prvi put u Tojota-sistemu. Tojota-sistem je sistem čiji je glavni zadatak eliminisanje svega nepotrebnog.

Termin "Just-in-time" na japanskom znači "vremenski dobro planirano", a Tojotinim rečnikom znači da svaki proces treba snabdeti pravim elementima, u pravoj količini i u tačnom vremenu.[2]

Potpunija definicija glasi da "Just-in-time proizvodnja podrazumeva proizvodnju gotovih proizvoda tačno na vreme, kako bi se udovoljilo zahtevu kupca, zatim proizvodnjun sastavnih delova onako kako ide potreba za njima, tačno na vreme, kada ih treba montirati u gotove proizvode, kao i nabavku materijala onako kako potrebe za njima pristižu, a tačno na vreme, kako bi se od njih mogli blagovremeno proizvoditi delovi." [1]

2.2. Ciljevi JIT proizvodnje

JIT upravljanje može se primeniti u svim kompanijama. Takođe je prilagođen i uslužnim organizacijama. JIT, kada je uspešno primenjena, može da redukuje fluktuaciju koju su iskusile mnoge firme usled nepredviđenih promena ekonomskih uslova. Goddard kaže da kompanija može da postigne kompetitivnu granicu takmičeći se u troškovima, uslugama i kvalitetu. Ova tri elementa su osnovne karakteristike na osnovu kojih se razlikuju proizvodi. JIT omogućava kompanijama da eliminišu rasture u proizvodnom procesu, poboljšaju kvalitet i zadovoljenje tražnje potrošača na efikasan i pouzdan način.

Postoje tri glavna proizvodna cilja za JIT. Ovi ciljevi su univerzalni i homogeni po prirodi, mogu se primeniti i prilagoditi različitim organizacijama u privredi koje se međusobno razlikuju.

1. *Povećavanje organizacione sposobnosti takmičenja sa konkurentskim firmama i ostvaenjei dugoročne prednost.* Organizaciona konkurentnost se postiže JIT proizvodnjom, jer ona omogućava organizacijama da razviju optimalni proces za proizvodnju svojih proizvoda. Postoji razlika u proizvodnom procesu između konvencionalne i savremene organizacije.

Konvencionalna organizacija je ona koja se čvrsto drži isprobanih formi u proizvodnji. Savremena organizacija je ona koja reaguje na probleme iz okruženja, i prilagođava svoj proizvodni proces ovim promenama. Često, ove organizacije su prve za razvoj i uvođenje inovativnih metoda proizvodnje. Tako, savremena organizacija je ona koja je više naklonjena usvajanju JIT upravljanja. Savremena organizacija je sposobna da održi konkurentnost kroz prilagođavanje promenama iz okruženja.

Savremena organizacija ima dobro-integrisan sistem proizvodnje koji uključuje raspodelu organizacionih vrednosti, koordinirane tokove proizvodnih tehnika, uključivanje ljudi i šansu za upotrebu potencijalnih veština.

Operativne karakteristike uključuju vreme podešavanja, velike količine, zalihe, transport, radionički prostor, vreme proizvodnje, defektne delove i zastoje mašina. Tipično je za konvencionalne organizacije da imaju duga vremena podešavanja, transporta i proizvodnje. Zalihe, radionički prostor i količine će verovatno biti velike. Defektni delovi i zastoji mašina su takođe visoki.

Savremena kompanija ima kratka vremena podešavanja, transporta i proizvodnje. Zalihe, radionički prostor i količine će biti male, i defekti i zastoji će biti niski u ovoj organizaciji. Pre svega, funkcionisanje proizvodnje će biti glatko i efikasnije u odnosu na konvencionalnu proizvodnju.

Organizacione karakteristike uključuju strukturu, orijentaciju prema ciljevima, komunikacije, slaganje, usmeravanje sindikata, bazu veština, dobavljače, i obučavanje i trening. Struktura savremene organizacije omogućava veću fleksibilnost. Orijehtacija je na totalnu optimizaciju na nivou cele organizacije, dok se izbegavaju usmeravanja odeljenja koja su protiv postizanja ciljeva na nivou kompanije. Komunikacije u savremenoj organizaciji su otvorene i nisu dugački lanci komandovanja. Takođe, slaganje se bazira na poverenju, a ne na ugovorima. Fokus sindikata je na kompaniji, a ne na veštinama. Veštine su široke i fleksibilne u poredenju sa uskim i visoko specijalizovanim veštinama. Broj snabdevača se sužava, tako da uključuje nekoliko izabranih, a aspekti obučavanja i treninga imaju značajnu ulogu. Ovi tipovi organizacije imaju više mogućnosti da investiraju više resursa u trening zaposlenih.

2. *Povećanje efikasnosti unutar proizvodnog procesa.* Efikasnost se odnosi na povećanje nivoa produktivnosti dok se minimiziraju troškovi proizvodnje.

3. *Redukovanje nivoa otpada materijala, vremena i truda uloženog u proizvodni proces.* Eliminisanje nepotrebnih rastura može značajno da redukuje troškove proizvodnje.

Osim ova tri univerzalna cilja postoji i nekoliko drugih koji su specifični za svaku organizaciju.

Da bi JIT menadžment funkcionisao i bio profitabilan, mora se prilagoditi svakoj organizaciji. Svaka organizacija je jedinstvena po svom proizvodnom procesu i ciljevima kojima teži. Svaka organizacija se nalazi na različitom nivou svog razvoja. Ciljevi za svaku organizaciju se razlikuju po svom prioritetu i važnosti. Ciljevi JIT-a su korisni u pomaganju organizacije da se definiše, usmeri i pripremi za implementaciju. Postoje kratkoročni i dugoročni ciljevi koji uključuju sledeće.

- *Identifikovanje i odgovaranje na potrebe potrošača.* Ovaj cilj pomaže organizaciji da se usmeri na ono što traže potrošači i što je potrebno za proizvodnju. Osnovna svrha organizacije je da proizvodi ono što se traži i razvijanje proizvodnog procesa koji stvara kvalitetne proizvode će osigurati organizacionu fleksibilnost.
- *Težnja ka optimalnom odnosu kvalitet/troškovi.* Povećavanje kvaliteta ne treba da se vrši do one tačke kada to nije isplativo za organizaciju. Međutim, akcenat treba da bude na razvijanju proizvodnog procesa sa nula greškom. Ovo deluje kao nerealan cilj; dugoročno su mnogo manji troškovi firme ako se eliminišu dodatni troškovi kao što je inspekcija, dorada i proizvodnja defektnih proizvoda.
- *Eliminisanje nepotrebnih rastura.* Postoje rasturi koji ne dodaju vrednost proizvodu. Identifikovane su različite kategorije rastura, neke se više razmatraju u ovom procesu od drugih.
- *Težnja za razvijanjem poverenja između snabdevača.* Takođe, odnosi između samo nekoliko ili čak jednog snabdevača, ako je to moguće, treba da se razmatraju. Ovo omogućava organizaciji kreiranje efikasnije kompanije sa aspekta zaliha i materijala, vremenskih rokova isporuke, i osiguranja da će materijali biti dostupni kada su potrebni.
- *Projektovanje fabrike za maksimalnu efikasnost i lakšu proizvodnju.* Ovo obuhvata upotrebu mašina i radnika koji su najvažniji za proizvodni proces.
- *Usvajanje japanske radne etike, težnje ka kontinualnim poboljšanjima iako su visoki standardi već postignuti.* Ovo obezbeđuje organizaciji da ostane konkurentna tako što kontinualno teži zadovoljavanju tražnje potrošača.

Mnoge kompanije Severne Amerike su usvojile tehnike JIT menadžmenta pre mnogo godina, i mnoge još nisu postigle maksimalne koristi, iako su postignuta značajna poboljšanja. JIT je dugoročan proces, koji se ne može implementirati u kratkom roku, niti se mogu ostvariti koristi preko noći.

JIT nudi organizaciji konkurentnu prednost koja se odnosi na ponudu kvalitetnijih proizvoda potrošačima nego što nudi konkurencija, ili obezbeđenje kvalitetnijih usluga ili razvijanje boljih vidova proizvodnje koji omogućavaju postizanje rasta produktivnosti. Lubben predlaže tri načina na koji JIT može da pomogne u ostvarivanju konkurentne prednosti.

1. *Integrisanje i optimizacija.* Redukovanje operacija i resursa koji ne pomažu proizvodnju.
2. *Kontinualna poboljšanja.* Kontinualno pokušavanje da se poboljšaju procesi i sistemi.
3. *Razumevanje potrošača.* Ovo uključuje smanjenje troškova i zadovoljavanje potreba potrošača. [3]

Hall ukazuje na četiri područja koja doprinose povećanju efikasnosti: 30-60% redukovanje škarta, smanjenje vremena proizvodnje za 50-90%, smanjenje troškova kapitala za 25-30% i značajno smanjenje troškova zaliha. Druga korist koja se može ostvariti je otkrivanje problema koji se javljaju u proizvodnom procesu usled racionalizacije ili eliminisanja zastoja u procesu.

2.3. Karakteristike JIT proizvodnje

Jit proizvodnja predstavlja odgovor na savremene uslove okruženja i zbog svojih karakteristika svako preduzeće treba težiti postizanju ove proizvodnje. JIT je sada naophodna za opstanak i razvoj preduzeća. Osnovne karakteristike JIT-a su:

- proizvodnja "po narudžbi"
- proizvodnja "u malim serijama"
- proizvodnja "sa nula grešaka"
- proizvodnja sa "najkraćim ciklusom izrade"
- proizvodnja "bez skladišta" .[1]

One omogućavaju da se ostvare uštede u vremenu i troškovima, da se postigne visok kvalitet delova i proizvoda i da se kupac u potpunosti zadovolji, što su osnovni ciljevi svakog preduzeća.

2.4. Razlozi za primenu JIT-a

Podstrek za primenu JIT-a leži uglavnom u težnji da se postignu produktivnost i kvalitet koji imaju japanske organizacije. Ekonomski uslovi kao što je rast konkurencije, fluktuacije u ekonomiji i tražnja potrošača za visokim kvalitetom takođe ima uticaja. Jaka konkurencija je stvorila okruženje u kome samo najefikasnije i najproduktivnije firme mogu da opstanu. Organizacije koje brzo primenjuju inovativne ideje u procesu proizvodnje će ostvariti prednost nad onima koji to ne čine. Ove firme će moći da opstanu i ostvare profit na duge staze.

Fluktuacije u ekonomiji ne utiču uvek nepovoljno na JIT, jer je proizvodnja fleksibilna. Upotreba JIT-a je odgovarajuća i u ekonomiji napretka kao i u nepovoljnim uslovima, jer se prilagođava tražnji potrošača. Ovo je moguće jer se bazira na "pull" sistemu, gde je tražnja impuls koji poziva proizvodni proces na akciju. Tokom ekonomskih eksplozija, firme i pojedinci imaju povećane zahteve i proizvodnja se uz pomoć JIT-a može povećati i odgovoriti na ove promene. Slično, proizvodnja se može smanjiti, usled smanjenja nivoa tražnje.

Drugi razlog za upotrebu JIT-a su potencijalne uštede u troškovima koje se mogu ostvariti njenom primenom. Razmotrite formulu za profit: $\text{profit} = \text{prodajna cena} \cdot \text{kol. proizvoda} - \text{troškovi}$. Ova formula predstavlja komponente profita. Većina firmi ne može samostalno da podiže prodajnu cenu, jer nju određuje tržište ponude i tražnje i proizvodni standardi. Tako, ako organizacija želi da poveća profit, mora da se usmeri na povećanje količine proizvoda i smanjenje troškova. Povećanje prodajne količine zahteva viši kvalitet i isporuku, dok se redukovanje troškova odnosi na sve nepotrebne operacije i rasture. JIT može da pomogne organizaciji da poveća prodaju, redukuje troškove i pruži šansu za povećanje profita.

Uštede koje se odnose na redukovanje troškova uključuju smanjenje troškova proizvodnje, materijala, troškove izgubljene prodaje i raspoloženje potrošača. Proizvodni troškovi koji se mogu smanjiti uključuju troškove za inspekciju koja je neophodna za proizvode za manjim kvalitetom od 100%. Sa postizanjem nivoa stopostotnog kvaliteta, nema dorade i testiranja koja povećavaju kvalitet. Troškovi kvaliteta su takođe smanjeni kroz izbegavanje nezadovoljenja potrošača, izgubljenih prodaja i zaustavljanja proizvodnje. Takođe se smanjuje rastur u vremenu i trudu da se pronađu uzroci u procesu za proizvodnju škarta.

JIT je usmerena na "dodavanje vrednosti" proizvodima. Upravlja se samo onim aktivnostima i procesima koji učestvuju u stvaranju kvaliteta proizvoda. Da bi ilustrovali koncept dodavanja vrednosti, razmotrićemo sledeće: upotreba visoko kvalitetnih delova, montaža ovih delova i samokontrola u procesu. Ove aktivnosti su usmerene na dodavanje vrednosti. Operacije kao što su dorada, otpaci materijala i suvišno rukovanje ne dodaju vrednost proizvodu. One ne menjaju kvalitet proizvoda u svakom slučaju, i zato ove aktivnosti stvaraju nepotrebne troškove i napor uložen u proizvodnju i treba ih izbegavati. Takođe mogu dovesti do smanjenja nivoa produktivnosti, jer se zahteva više vremena za izvođenje ovih aktivnosti.

Sa konceptom dodavanja vrednosti blisko je eliminisanje rastura. Rastur se može bolje definisati kao "sve osim minimalne opreme, materijala, delova i radnog vremena potrebnih za proizvodnju". Postoji 7 kategorija rastura koje su definisane u fabrici. Ovi rasturi su uobičajeni i javljaju se često, izazivajući nepotrebne troškove u proizvodnji. Osnova koncepta eliminisanja rastura zahteva da mašine i ljudi ne budu iskorišćeni sve vreme. Trebaju se koristiti samo onda kada se javlja potreba.

1. *Rastur zbog veće proizvodnje.* JIT omogućava kompaniji da proizvodi samo ono što se traži, bazirajući se na "pull" sistemu. Međutim, u mnogim kompanijama koje ne koriste se koncept "pull" tražnje, javlja se prekomerna proizvodnja. Prekomerna proizvodnja sadrži rad radnika i vreme koji nisu bili potrebni.

Višak materijala zahteva rukovanje i pomeranje sa zaliha i na zalihe. Takođe se javljaju i nepotrebna rukovanja proizvodima. Što se više proizvodi pomeraju, veća je mogućnost da se oštete. Tako, što je manje pomeranja, to je bolje. Prekomerna proizvodnja takođe zahteva i prekomernu upotrebu mašina i opreme. Prekomerna upotreba dovodi do kvara mašina i popravki koje mogu da ugroze proizvodni proces. Ove popravke stvaraju troškove i smanjuju vek trajanja opreme i mašina. Takođe može doći do povećanja troškova usled uklanjanja istrošene opreme.

2. *Višak pokreta.* Studija pokreta se zasniva na naučnom menadžmentu. Primena naučnog menadžmenta u JIT-u sadrži ideju da prekomerno rukovanje materijalom i opremom, koje nastaje usled prekomerne proizvodnje zahteva povećani broj pokreta i napora na račun radnika. Pokreti potrebni da se pomeri višak materijala u fabrici predstavlja rastur.
3. *Transportni rastur.* Postoje rasturi koji nastaju usled pomeranja materijala sa zaliha na radno mesto. Ovo nastaje zbog neodgovarajućeg rasporeda u fabrici.
4. *Rasturi u procesu.* Oni uključuju stvaranje delova koji utiču na finalni ili gotov proizvod. Ovi delovi mogu biti ili ne, neophodni korak u kompletiranju proizvoda. Takođe mogu da ne doprinose vrednosti proizvoda.
5. *Rasturi u vremenu.* Uključuje vreme transportovanja zaliha koje je nepotrebno i čekanje na sledeću operaciju. Zastoj između operacija je rezultat neefikasnog toka rada i može da uzrokuje nejednake količine serija.
6. *Defekti.* Upotreba kontrole nakon proizvodnje proizvoda ili poluproizvoda ne omogućava da se otkrije uzrok nastajanja škarta. Neodgovarajuće metode nadgledanja kvaliteta mogu da navedu organizaciju da veruje da proizvodi prihvatljive proizvode, dok ona to ne čini. Rezultat ovoga su serije defektnih proizvoda.
7. *Troškovi zaliha.* Višak proizvoda će biti prebačen na zalihe gde postoji rizik oštećenja ili uništavanja. Drugi nepotrebni troškovi se odnose na višak sirovina i delova koji nisu potrebni za proizvodnju. Redukovanje troškova koji se odnose na materijal se kreće od 30-50% od ukupnih troškova. Ovi troškovi uključuju sledeće.
 - (a) *Eliminisanje držanja zaliha.* Uštede u ovim troškovima su trojake: smanjenje skladišta, smanjenje rizika od zastarevanja i rizika od oštećenja proizvoda.
 - (b) *Eliminisanje lomljenja tovara.* Uključuje smanjivanje velikih isporuka na manje količine koje se lakše upotrebljavaju u proizvodnji.
 - (c) *Smanjenje broja snabdevača.* JIT zahteva upotrebu samo nekoliko dobavljača. Uspeh ovoga zavisi od razvijenog odnosa poverenja između potrošača i snabdevača. Takođe se zahteva i pouzdanost dobavljača da se delovi isporučuju onda kada su potrebni, kako bi se zadovoljila tražnja.
 - (d) *Razvijanje dugoročnih ugovora.* Ovo pomaže da se osigura da će se zalihe potrebne za proizvodnju primiti. Takođe se eliminiše rizik da se ne može dogovarati oko ugovora sa snbdevačem, u uslovima koji svima odgovaraju. Takođe pomeže da se stvori situacija koja odgovara i snabdevačima i proizvođaču.
 - (e) *Eliminisanje ulazne kontrole.* To se takođe može postići definisanjem u ugovoru kvaliteta zaliha koje će se primiti. [3]

3. ULOGA CIM-A U JIT PROIZVODNJI

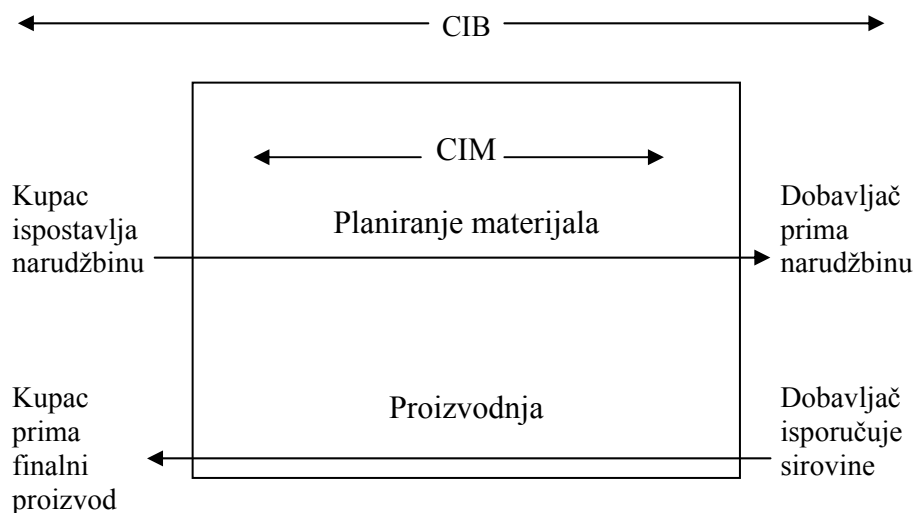
U našoj zemlji još uvek nema preduzeća u kojima je dostignut nivo JIT proizvodnje. Postoji više razloga za takvu situaciju, kao što su: nepouzdana dobavljači, organizaciona kultura, mala kupovna moć, itd. Međutim, u nekim preduzećima implementiraju se postepeno delovi CIM sistema. Zato smatramo da ovaj rad ima doprinos u našoj privredi. Uvođenje CIM-a kod nas možda predstavlja jedan od koraka ka JIT proizvodnji, jer je uloga CIM-a u ovom konceptu velika, i zato smatramo značajnim obrađivanje ove teme.

Kako bi se postigli osnovni ciljevi JIT-a, potreban je efikasan informacioni sistem. CIM sistem je jedan od alata koji omogućava povećanje efikasnosti kroz upotrebu računara u svim sektorima preduzeća.

JIT proizvodnja i CIM sistem se na prvi pogled veoma razlikuju. U JIT proizvodnji naglasak je na radnoj snazi, a u CIM sistemu akcentat je na upotrebi računara. Međutim, ova dva naizgled različita sistema imaju mnogo dodirnih tačaka. Ciljevi JIT-a i CIM-a su isti, a to je stvaranje fleksibilne proizvodnje i proizvodnja proizvoda visokog kvaliteta koji će zadovoljiti potrebe pojedinačnih potrošača.

Kako bi se ostvario ovaj osnovni cilj potrebno je smanjiti vreme realizacije proizvodnje. Vreme realizacije proizvodnje je vreme između prijema porudžbine u fabrici, do njenog izvršenja i raspoloživosti za isporuku kupcu. CIM se odnosi na onaj deo poslovne organizacije čiji je cilj smanjenje proizvodnog vremena realizacije, povećanja kvaliteta i smanjenja troškova proizvoda. Potrebno je određeno vreme da bi se obradila narudžbina kupca i kao bi se prikupile potrebne sirovine i komponente. Slično tome, potrebno je određeno vreme da bi se obavila montaža finalnog proizvoda i njihova raspodela kupcima.

Slika 1. opisuje tu situaciju i sugeriše da u mnogim industrijama vreme za izradu potrošačkih narudžbina, pribavljanje sirovina i distribuciju proizvoda veća od vremena realizacije proizvodnje. Na primer, aktuelno razumevanje zahteva potrošača i prevođenje tog razumevanja u zahteve prepoznatljive proizvodnoj bazi podataka, može zahtevati dugačko vreme i uključivati osoblje prodaje i tehničke podrške prodaji. Kao što slika pokazuje, CIM se bavi prvenstveno aktivnošću u toku vremena realizacije proizvodnje, pri čemu se računarski integrisan poslovni proces (CIB) i prošireno preduzeće razmatraju sa svih aspekata odnosa sa kupcem, od prijema početne narudžbenice do isporuke proizvoda i dosledno tome, održava se veza sa kupcem u cilju održavanja i predloga za dogradnju proizvoda. [4]



Slika 1. Vreme od kada kupac naruči i primi proizvod

4. ZAKLJUČAK

JIT proizvodnja i CIM sistem su koncepti koji omogućavaju preduzeću opstanak i razvoj na tržištu. Oni su neophodnost savremene proizvodnje i pružaju mogućnost preduzeću da ostvari kompetitivnu prednost. Primena CIM-a u JIT proizvodnji obezbeđuje ostvarenje veće produktivnosti i efikasnosti, kroz smanjenje vremena realizacije proizvodnje. Na taj način proizvodnja postaje fleksibila i preduzeće može da odgovori na turbulentne promene u okruženju, zadovolji kupce i ostvari veći profit, što je osnovni cilj svakog preduzeća. Ovi koncepti se sve više razvijaju i primenjuju u svetu, pa se nadamo da će u našoj privredi biti više zastupljeni u budućnosti.

Abstract – With this paper we want to represent JIT manufacturing related to information system CIM. CIM system, as system of future, continuously progressing and improving JIT manufacturing.

Specificly for JIT manufacturing are beginning and finishing, because all technological operations are directed from beginning to the end of technological process. Technological process ending at the end of working time, one or more relay, depending on organisation of complete manufacturing process.

CIM system in this manufacture playing the role of information system, which is necessary for completion of complete technological manufacturing process.

5. LITERATURA

- [1] Todorović J., *Menadžment proizvodnje-Upravljanje i Just-in-time*, Mrlješ, Beograd, 1999.
- [2] Shingo S., *Nova japanska proizvodna filozofija*, Prometej, Novi Sad, 1996.
- [3] T.C.E. Cheng, Podolsky S., *Just-in-time manufacturing*, London, 1996.
- [4] Obradović J., *Model proizvodnje Just-in-time i uloga kanban sistema u upravljanju proizvodnjom*, FON, Beograd, 2002.

S. Arsovski, M. Stefanović¹**METODOLOGIJE I STRATEGIJE REINŽENJERINGA SOFTVERSKIH APLIKACIJA****Rezime:**

Savremeni poslovni sistemi su veoma opterećeni sve većom konkurencijom koja predstavlja posledicu opšte globalizacije i rastuće tržišne konkurencije. Zbog toga je impreativ rasta, pa i pukog održavanja poslovnog entitea svakodnevno usavršavanje i poboljšanje sistema poslovanja. Da bi se ostvario ovaj imperativ potrebno je obezbediti sve kvalitete savrmenog poslovanjaa među njima i kvalitet IS. Reinženjering informacionog sistem, predstavlja proces modifikacije internih mehanizama sistema, programa ili strukture podataka koju koristi sistem ili program, bez izmene njegove funkcionalnosti. Ovaj rad je nastao kao rezultat istraživanja na projektu finansiranog od strane Ministarstva Republike Srbije (MIS.3.02.0192.B)

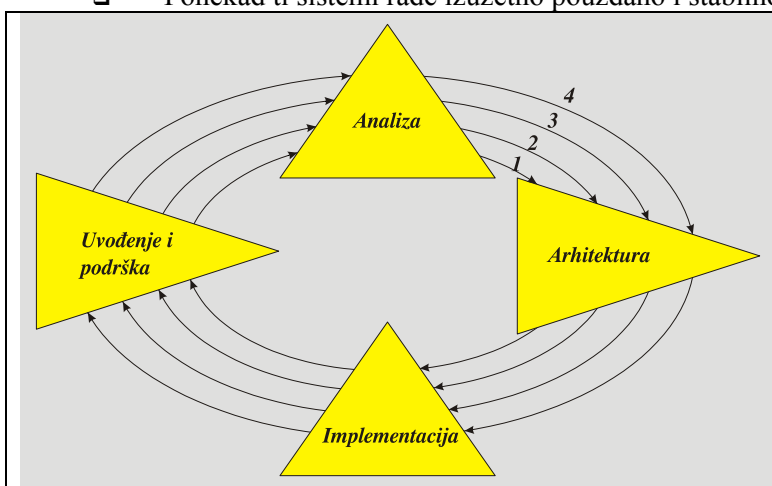
1. Uvod

Postoje različiti razlozi koji podstiču poslovni sistem da krene u proces reinženjeringa, kao što su: pojačana konkurencija spremna da preuzme kupce, nedostatak efekta kod pojedinih aktivnosti, uprkos stalnom nastojanju da se one unaprede, sistem ulazi u silaznu fazu na S krivoj, došlo je do izmena izvesnih zahteva i potreba pojedinih potrošača, došlo je do napretka u tehnologiji i fundamentalnim procesima u industriji, i konačno, troškovi su izmakli kontroli menadžmenta.. Zbog karakteristične ekonomske situacije i nedostatka kapitala koji bi se investirao u informacioni sektor, kao i zbog činjenice da mali je mali broj ljudi zaposlen u IT sektoru u domaćim predućima, relativne slabosti domaće ITC industrije, jasna je potreba za razvojem modela/obrazaca reinženjeringa informacionih sistema u domaćoj industriji kao i odgovora na pitanja kada i kako vršiti reinženjering.

2 Metodologija reinženjeringa softverskih aplikacija

Menadžment ponekad želi da zadrži elemente starog IS iz više različitih razloga:

- Zato što obezbeđuju vitalne servise čije prekidanje nije dozvoljeno.
- Korisnici i timovi za podršku su obučeni za rad na takvim sistemima.
- Ponekad ti sistemi rade izuzetno pouzdano i stabilno.

**Legenda**

- 1 - Prva iteracija - Planiranje
- 2 - Druga iteracija - Prototip i ispitivanje
- 3 - Treća iteracija - Prvo verzija
- 4 - Četvrta iteracija - Konačna verzija

Slika 1 - Metodologija reinženjeringa

Metodologija reinženjeringa nasledenih aplikacija se odvija kroz više iteracija što je ilustrovano na slici. I pored svega uvek se javlja pitanje da li i kako treba ići u reinženjering tj. da li treba kreirati nove aplikacije (pristupiti inženjeringu) ili modifikovati stare (pristupiti reinženjeringu) tabela 1.

¹ prof dr Slavko Arsovski, mr Miladin Stefanović, Mašinski fakultet, Kragujevac

Tabela 1 Pristupi u inženjeringu/reinženjeringu aplikacija

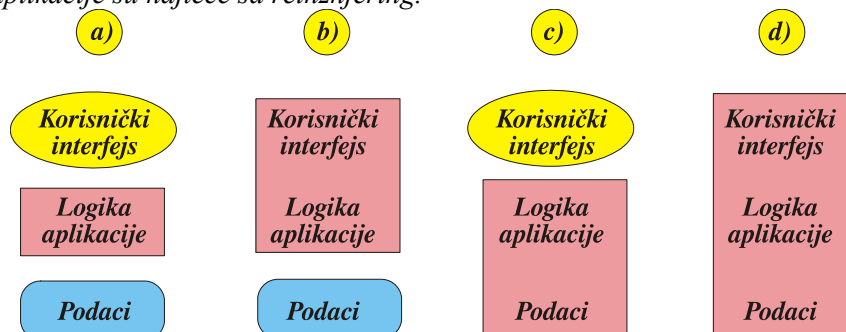
	Baze podataka	Poslovne funkcije	Korisnički interfejsi	Izbor potencijalnog inženjeringa/reinženjeringa
1.	Nova	Nove	Novi	Kupovina novog sistema
2.	Nova	Nove	Novi	Razvoj kompletno novog sistema
3.	Postojeća	Nove	Novi	Razvoj novog koda aplikacija i novih interfejsa
4.	Nova	Postojeće	Novi	Razvoj novih korisničkih interfejsa koji se oslanjaju na postojeće aplikacije
5.	Nova	Nove	Postojeći	Razvoj nove baze podataka i novih aplikacija
6.	Postojeća	Postojeće	Novi	Razvoj novih interfejsa (na primer za web) za pristup starima (nasledenim) aplikacijama
7.	Postojeća	Nove	Postojeći	Razvoj novih funkcija aplikacija iz postojećeg interfejsa
8.	Nova	Postojeće	Postojeći	Razvoj nove baze kojoj se pristupa preko postojećih aplikacija i postojećih interfejsa
9.	Postojeća	Postojeće	Postojeći	Korišćenje postojećih aplikacija. Obično zahteva reinženjering ukoliko su aplikacije previše zastarele

- Vrste 1 i 2 predstavljaju slučaj kada je potreban inženjering aplikacija.
- Vrste 3-8 zahtevaju kombinaciju novog i starog (reinženjering aplikacija)
- Vrsta 9: traži se korišćenje postojećih aplikacija.

Znači ciljna grupa su kolone od 3-8, znači slučajevi gde je potrebno sprovesti reinženjering aplikacija.

U samom procesu reinženjeringa susrećemo se sa različitim tipovima aplikacija:

- Aplikacije koje je moguće lako dekomponovati (slika 2 a)
Prema svojoj arhitekturi ovo su trojslojne aplikacije (one se mogu lako dekomponovati jer imaju tri sloja: korisnički interfejs, srednji sloj gde se nalazi logika aplikacije i podatke. Bitno je da se sloju podataka može pristupiti i sa drugog mesta, a da to ne ugrozi postojeću logiku aplikacije i njenu prvobitnu namenu.
- Aplikacije koje je moguće dekomponovati na nivou podataka - (slika 2 b)
Predstavlja mešovitu strukturu. Ovde su sloj interfejsa i logike aplikacije urađeni u jednom modulu, dok su podaci u drugom sloju. U idealnom slučaju moguće je vršiti zamenu jednom DBMS sa drugim (recimo Informix sa Oracle-om) a da to ne utiče na aplikaciju.
- Aplikacije koje je moguće dekomponovati na nivou aplikacija (slika 2 c)
Predstavlja mešovitu strukturu. Ovde postoje sloj interfejsa i sloj gde su podaci zajedno sa logikom aplikacije. U ovoj kategoriji aplikacija ne može se direktno pristupiti podacima, podacima se može pristupiti samo na osnovu prethodno definisanih funkcija. Najveći broj aplikacija kod nasleđenih sistema spada u ovu grupu.
- Monolitne aplikacije (slika 2 d)
Predstavljaju čistu jednoslojnu strukturu. Svi slojevi su okviru istog modula i to su praktično aplikacije koje nemaju strukturu. Podacima se može pristupiti samo kroz već postojeći interfejs. Ove aplikacije su najteže sa reinženjeringom.



Slika 2 - Kategorije arhitekture nasleđenih aplikacija

3. Strategije reinženjeringa nasleđenih aplikacija

Prema Bennet (1995), Nassif (1993) i Gotlieb (1993) strategije reinženjeringa nasleđenih aplikacija mogu biti:

- ❑ Ignorisanje - nekorišćenje nasleđenih aplikacija i budućim projektima razvoja
- ❑ Ponovno pisanje aplikacija
- ❑ Integracija - konsolidacija i uključivanje postojećih aplikacija koristeći različite pristupne metode
- ❑ Skladišta podataka - izgradnja sistema koji čuvaju najčešće korišćene podatke
- ❑ Postepena migracija - prepravljavanje i postepeno prevođenje

Tabela 3 - Strategije reinženjeringa nasleđenih aplikacija

Faktori za ocenjivanje Na skali od 0-5	<i>Ignorirati nasleđeni sistem</i>	<i>Ponovno pisanje</i>	<i>Integrirati i trenutne i buduće aplikacije</i>	<i>Skladišta podataka</i>	<i>Postepena Migracija</i>
Poslovna vrednost nasleđenih aplikacija	1	5	5	5	5
Fleksibilnost i zahtevi za rastom	1	5	1	3	5
Tehnički status nasleđenih aplikacija	5	1	2	3	2
Zahtevi za traženjem podataka	1	3	1	4	3
Zahtevi za aktuelnim podacima	0	0	5	1	3
Potrebe integracije sa drugim aplikacijama	2	4	1	1	4
Broj aplikacija kojima pristupaju klijenti zbog potrebnih podataka	0	0	1	5	0

Strategija 1: Ignorisanje nasleđenih aplikacija

Ovaj pristup najčešće nije primenljiv zato što mnogobrojne nasleđene aplikacije ne mogu biti ignorisane zato što su u značajnoj upotrebi (na primer ptt kompanije, banke i sl.). U ovim slučajevima potrebno je obezbediti mehanizme da se nasleđeni podaci sačuvaju i integrišu sa novim rešenjima

Strategija 2: Ponovno pisanje

Ovaj pristup nije toliko čest u raski jer je izuzetno teško pisati iz početka sve nasleđene aplikacije, razlozi su sledeći: moraju se ostvariti neuporedivo bolje performanse novig sistem, posao celokupnog pisanja novih aplikacija može biti veo složen posao koji je i teško upravljiv, Ovaj pristup se primenjuju u slučajevima kada se očekuje dug vek aplikacija, sa visokim zahtevima za fleksibilnošću i integracijom sa drugim aplikacijama.

Strategija 3: Obezbeđivanje pristupa željenom sloju

U najvećem broju slučajeva ovo je najbolji pristup kada se radi reinženjering nasleđenih aplikacija. Ovaj pristup omogućava pristup nasleđenim podacima i integraciju sa nasleđenim aplikacijama i alatima bez bilo kave modifikacije nasleđenih aplikacija. Ovaj pristup je pogodan u sledećim slučajevima: kada je vrednost nasleđenih podataka vrlo visoka i kada se teži čuvanju nasleđenih aplikacije; kada je reč o sistemima gde nije jednostavno izvršiti migraciju; kada nije neophodan frekventan pristupa nasleđenim aplikacijama iz sekvenci koje su kreirane kao delovi novo formirane aplikacije.

Strategija 4: Skladišta podataka (Data Warehouse)

Ovaj koncept podrazumeva skupljanje i čuvanje podatka koji imaju ulogu da zadovolje potrebe za informacijama koje su neophodne za proces podrške odlučivanju.

Skladišta podataka se koriste da bi obezbedili jednobrazan i konzistentan pogled na brojne podatke kojima pristupaju alati za podršku odlučivanju kao što su alati za generisanje izveštaja, pretraživači informacija, on-line analitičke aplikacije i drugi alati za modeliranje i planiranje.

Strategija 5: Postepena migracija

Ova strategija podrazumeva postepenu migraciju od nasleđenih aplikacija ka modernim dobro strukturiranim klijent/server aplikacijama (ciljnim aplikacijama – target applications). Ova strategija je važna i primenjuje se u slučajevima kada strategija pristupa željenom sloju nije rentabilna na duži vremenski period. Ovaj koncept se ipak razlikuje od strategije koja podrazumeva trenutno pisanje novih aplikacija, u tome što je ovde reč o dužem vremenskom periodu (nekoliko godina) za koji se vrši migracija ka novim aplikacijama.

U domaćim uslovima izbor potrebne strategije može biti ponderisan kao u tabeli:

Tabela 4 – Ponderisani uticajni faktori za domaću industriju

	<i>Ignorisati nasledeni sistem</i>	<i>Pristup /integracija na željenom sloju</i>	<i>Postepena Migracija</i>	<i>Skladišta podataka</i>	<i>Ponovno pisanje aplikacija</i>
Analiza izvodljivosti	2	4	7	5	5
Analiza arhitekture	2	6	5	8	9
Analiza implemantacije	9	10	7	4	2
Cost/Benefit analiza	2	7	5	4	2
Rang	15	27	24	21	18

4. Strukturalni obrasci reinženjeringa

Strukturalni obrasci reinženjeringa (Reengineering patterns) opisuju postupak kako se od postojećeg nasleđenog sistema prelazi ka novo sistemu koji će bolje odgovoriti na postavljene zaheve.

Primer: Reinženjering zastarelih nasleđenih sistema: Nasleđeni sistemi čija je tehnologija (baza podataka) zastarela i ostala bez podrške.

Namera: Modifiakcija ovakvog sistema je neophodna. Korišćeje wrappera, je ponekad korisno, ali nije dobro rešenje zato što "produžava život" sistemu koji se bazira na tehnologiji koja se napušta. U ovakvim slučajevima najbolje je iz početka razviti novi sistem koji će zameniti stari. U toku reinženjeringa mogu se pojaviti zahetvi da novi sistem ima proširenu funkcionalnost, to jest da ima funkcije koje nije posedova nasleđeni sistem. Uključivanjem novih zahteva u toku samog procesa reinženjeringa može biti riskantan potez koji će iskomplikovati projekat i učiniti ga određenim slučajevima prevelikim.

Primenjivost: Može se primeniti na nasleđeni sistemi čija je tehnologija (baza podataka) zastarela i ostala bez podrške.

Motivacija: Ovakvi sistemi su u velikom broju prisutni u domaćim preduzećima. Zbog nedostatka materijalnih sredstava veliki broj sistema je zastareo, i nije dobro dokumentovan.

Struktura: Struktura baze podatak može biti hijerarhijska ili mrežna i iz nje se može preći u relaciju ili objektno-relaciju.

Procesi

Detekcija: Tehnologija (baza podataka) zastarela i ostala bez podrške.

Uputstvo za primenu:

- Treba početi sa prevođenjem relevantnih delova baze podataka u neki noviji format.
- Ponovno pisanje najbitnijih delova koda, po modularnom sistemu, bez aspiracija da se menja osnovna struktura, tj. učiniti da novi sistem ima istu funkcionalnost kao i nasleđeni sistem, ali ne treba još razvijati suštinski različit set funkcionalnosti od nasleđenog sistema.
- Ukloniti redundantne podatke i prečistiti kod ostataka sistema.
- Posaviti pitanja eventualnih kreiranja gejtvejova.
- Razmotriti pitanje reinženjeringa funkcionalnosti novo strukturiranih modula.

Teškoće: Ponekad je problematično preslikati sve zavisnosti koje postoje u nerelacionim sistemima u relacije.

Diskusija: Osnovi zadatak je prekidanje zavisnosti od nasleđenih zastarelih sistema. Sa druge strane pošto su kod i podaci migrirani pre nego što su postavljeni novi zahtevi, dolazi do gubljenja vremena i kreiranja nepotrebnih stvari.

Zaključak

Zbog karakteristične situacije u kojoj se nalazi naša zemlja, zbog evidentnog zaostajanja u oblasti IS, nedovoljnih finansijskih sredstava za radikalno unapređenje ITC, reinženjering IS predstavlja pravac u kome mora da se usmere domaća preduzeća. Postoji veliki broj različitih pristupa problemu reinženjeringa IS, koji uglavnom zavisi od karaktera nasleđene aplikacije. Prilikom same implementacije reinženjeringa postoje različite strategije koje u velikoj meri možemo kvalitetno selektovati ponderisanjem i ocenjivanjem uticajnih faktora za naš IS. Jedino ispravnim izborom metodologija, strategija i obrazaca reinženjeringa može se osigurati kvalitetan reinženjering nasleđenog IS.

Reference

1. Riccard, G., "Principles of Data Base Systems with Internet and Java Application"- 2001
2. Umar, A., "Application (Re)Engineering Building Web Based Applications and Dealing with Legacies", Prentice Hall, 1997.
3. Sommerville, I., "Software Engineering", International Computer Science Series. 2000.



mr Miladin Stefanović, prof dr Slavko Arsovski, Mašinski fakultet, Kragujevac

**UPOREDNA ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA IS U DOMAĆOJ I INOSTRANOJ
METALOPRERAĐIVAČKOJ INDUSTRIJI**

Rezime

Da bi se sistematično i uspešno pristupilo razvoju informacionih tehnologija u domaćim preduzećima potrebno je prvo definisati i odrediti nekoliko bitnih faktora a to su: stanje domaće ITC industrije kao mogućeg nosioca poslova unapređenje IS; stanje ITC u domaćoj industriji; stanje ITC u domaćoj i inostranoj metaloprerađivačkoj industriji. Ovaj rad je nastao kao rezultat istraživanja na projektu finansiranog od strane Ministarstva Republike Srbije (MIS.3.02.0192.B) i bavi se uporednom analizom stanja ITC u domaćoj i inostranoj metaloprerađivačkoj industriji.

1. Uvod

Tri najvažnija pokretača ekonomskog razvoja jedne zemlje su: razvoj radne snage i sredstava za proizvodnju, razvoj visoke tehnologije i razvoj institucija i regulacija koje doprinose kreiranju efikasnih ekonomskih organizacija. Dakle uspešan ekonomski model treba da bude usmeren ka razvoju ova tri osnovna elementa kroz pravilan protok kapitala. Orijnatacija ovog rada su upravo visoke tehnologije i informacione tehnologije kao strateška komponenta održavanja, rasta i razvoja domaćih preduzeća. Da bi se sistematično i uspešno pristupilo razvoju informacionih tehnologija u domaćim preduzećima potrebno je prvo definisati i odrediti nekoliko bitnih faktora a među njima najpre stanje ITC u domaćoj i inostranoj metaloprerađivačkoj industriji. Iako su jasne i apsolutno ispravne pretpostavke da Srbija zaostaje za Evropom u implementaciji i razvoju informacionih tehnologija, potrebna je jedna analiza koja bi kvantifikovala naše zaostajanje za Zapadnim svetom u različitim oblastima i pozicionirala našu zemlju u poređenju sa našim okruženjem. Takođe početna je pretpostavka da je stanje naše ITC industrije relativno ne adekvatno za ulogu nosioca reinžnjeringa i transformacije IS u domaćim preduzećima. Sve ovo bi ukazivalo na potrebu razvoja metodologije i obrazaca za reinžnjering IS u domaćoj inostranoj metaloprerađivačkoj industriji pošto ekonomska situacija ne dozvoljava investicije u integrisana i poznata rešenja kao što su SAP i sl. Ovaj rad je nastao kao rezultat istraživanja na projektu finansiranog od strane Ministarstva Republike Srbije (MIS.3.02.0192.B).

2. Informacioni sistemi u preduzećima sa osvrtom na preduzeća u metaloprerađivačkoj industriji.

U Evropskoj Uniji, 2000. godine bilo je odprilike 270 000 preduzeća u metaloprerađivačkom sektoru, koja su proizvodila širok spektar proizvoda. Vrednost ukupne proizvodnje iznosila je 260 milijardi EURA ili 5.3% ukupne proizvodnje u 2000. Ovaj sektor je zapošljavao 3.2 miliona ljudi ili 9.3% od broja ljudi zaposlenih u proizvodnji u Evropi. Ukupan broj zaposlenih u metaloprerađivačkom sektoru raste po prosečnoj godišnjoj stopi od 2.1% u poređenju za rastom broja zaposlenih u proizvodnji koja iznosi 0.1%. Tri najveća proizvođača u metaloprerađivačkoj industriji su Nemačka, Italija i Francuska koje zajedno čine 62.5% ovog sektora u Evropskoj Uniji. Na prosečnom nivou metaloprerađivačka industrija čini 6.6% na nivou Evropske unije sa rasponom od 8.8% u Italiji do 1.5% u Irskoj. U ovom sektoru su dominantna mala preduzeća i ona zapošljavaju 57% ukupne radne snage u ovom sektoru. "Izvor: Eurostat New Cronos". Analiza metaloprerađivačkog sektora izvršena je prema veličini preduzeća, pri tome se koristila sledeća klasifikacija do 50 zaposlenih - mala, od 50-250 srednja i preko 250 velika preduzeća.

Korišćenje E-business rešenja, e-integracije i kompletnog koncepta primene e-tehnologija (e-manufacturing, e-learning), je dosta zastupljeno u zemljama EU. Korišćenje računara i informacionih tehnologija je čak na nivou od 98%, pristup Internetu ima 91% preduzeća, intraneta 41%, extraneta 10% dok remote ili wireless pristup svojim mrežama ima čak 29%, odnosno 10% kompanija. (Osnova za istraživanje 580 preduzeća. Izvor: e-Business Watch (2003), Reporting Period June/jule 2002)

U kompanijama u EU su zastupljeni različiti nivoi integracije i sofisticiranosti e-biznes rešenja., Bitno je pomenuti da sva sofisticirana rešenja beleže značajan rast u proteklih par godina. U proseku u EU 5% preduzeća koristi Internet aplikacije za upravljanje lancima snabdevanja (SCM - Supply Chain Management), 6% poseduje rešenja za menadžment odnosima sa kupcima (CRM - Customer Relation Management), 25% ima razvijena rešenja za planiranje resursa u preduzeću (ERP - Enterprise Resources Planning), i 3% ima kreirana rešenja za upravljanje znanjem.

Sva ova implementirana sofisticirana e-business rešenja utiču na unapređenje brojnih procesa u preduzeću. Ova rešenja su u funkciji ukoliko na bolji i kvalitetniji način zadovoljavaju novonastale potrebe preduzeći i utiču na stvaranje kompetitivne prednosti u odnosu na konkurente. Tako 16% u EU iz metaloprerađivačkog sektora podržava on-line saradnju na dizajnu i projektovanju proizvoda, predviđanje potražnje za proizvodom podržava 10%, elektronsku razmenu dokumenta za kupcima i dobavljačima čak 47% (ta komunikacija je često strukturirana primenom EDI tehnologije), online pregovaranje i ugovaranje 15%, i menadžment kapacitetima i skladištima ostvaruje 11% preduzeća (tabela 2.1).

Tabela 2.1: ITC u metaloprerađivačkom sektoru

		Broj kompanija u %				
		0-49	50-249	250+	Prosek u sektoru	Ukupni prosek
Infrastruktura	LAN (Local Area Network)	39	84	97	62	67
	Pristup Internetu	84	100	100	92	91
	Pristup Internetu >2Mbit/s	5	13	20	10	24
	Remote pristup mreži	15	36	60	29	40
	Korišćenje Intraneta	27	51	66	42	51
E-commerce	Korišćenje EDI	7	26	57	22	23
	Korišćenje ektraneta	3	11	27	10	19
	Online prodaja	5	9	6	6	17
	Više od 10% prodaje online	1	<1	<1	<1	5
	Online kupovina	24	40	58	35	43
	Više od 10% kupovine online	4	5	0	3	13
	Trgovina preko B2B	1	7	14	5	7
E-integracija	Alati za online praćenje radnih sati, vremena proizvodnje	16	33	36	25	26
	Korišćenje e-learning aplikacija					
	Korišćenje CRM softvera	11	13	18	12	19
	Korišćenje SCM softvera	2	7	15	6	17
	Online kolaborativno projektovanje proizvoda	1	6	13	5	7
	Online menadžment kapacitetima i skladištima	13	17	20	16	20
E-uticaj	Online menadžment kapacitetima i skladištima	7	13	19	11	16
	E-business je promenio:					
	• Interne radne procese	19	27	21	21	33
	• Odnose sa kupcima	21	22	19	21	27
	• Odnose sa dobavljačima	18	22	8	16	26
• Ponudu proizvoda/usluge	14	12	7	12	21	
E-business je značajno izmeni način poslovanja preduzeća	38	42	51	41	55	
Osnova istraživanja EU (Danska, Finska, Italija i Velika Britanija) ukupno 436 preduzeća u metaloprerađivačkom sektoru i 5915 preduzeća u 15 drugih sektora.						
Izveštaj iz Jun/jul 2002. Izvor: e-business Watch (2002/03)						

Sva istraživanja pokazuju da preduzeća u metaloprerađivačkom sektoru nisu lideri u oblasti uviđenja e-business-a i ICT, naprotiv ona često među poslednjima prihvataju nove tehnologije i koncepte. Zbog toga je zanimljivo uporediti preduzeća u metaloprerađivačkom sektoru sa prosečnim stanjem u EU (dato kao kolona ukupni prosek). Vidi se da se metaloprerađivački sektor po svim uporednim podacima nalazi ispod proseka, sem po procentu pristupu Internetu koji je neznatno veći od proseka.

U okviru studije analizirana i anketirana su preduzeća iz Finske iz oblasti metaloprerađivačke industije, ukupno 80 preduzeća (zbog sličnosti u broju zaposlenih i dugihim komparativnim sličnostima).

Što se tiče mreža i mrežne topologije, 93% koristi Ethernet topologiju, 12 posto ima pristup Internetu veći od 10 Mbit/s, 20% Externet. Oko 50% koristi Microsoft Windows NT/2000 server OS, 19% Novel i 31% koristi kombinaciju Microsoft Windows NT/2000 server i/ili Novel i/ili Unix i/ili Linux. Preko 90% kompanija koristi Intelove procesore u svojim serverima. Oko 2.3 ima koristi Intel procesore ispod 1.5MHz (Oko polovine ovih su dual bazirani). Što se tiče DBMS 56% koristi Microsoft SQL Server, 25% Oracle i 19%

koristi ostalo Access, Progres, MySQL. Radne stanice u 2/3 slučajeva standarde konfiguracije bazirane na PIII / PIV rešenjima. Veliki broj kompanija iz oblasti industrije proizvodnje mašina i komponenti koristi SAP sisteme. Sa SAP koordiniraju sve svoje aktivnosti, od procene i naručivanja do projekt menadžmenta i planiranja proizvodnje kao i od održavanja i servisa do naplate i analize prihoda. Takođe je evidentno prisustvo mogućnosti za saradnju preko value network ili Interneta sa - podgovaračima, dobavljačima, proizvođačima komponenti i kupcima. Većina preduzeća se trudi da optimizuje glavne operacije, da bi se obezbedio kvalitet projektovanja, proizvodnje i skalapanja.

3. Analiza stanja ITC u domaćoj metalo-prerađivačkoj industriji

U Srbiji postoji 20 velikih, 26 srednjih i 247 malih preduzeća u metaloprerađivačkoj industriji koja zapošljavaju 33 057 radnika. Zanimljivo je pomenuti da je u Srbiji obrnuta struktura zaposlenih prema veličini preduzeća, uglavnom, u svetu, najveći broj radnika je zaposlen u malim preduzećima dok je u Srbiji najveći broj radnika zaposlen u velikim preduzećima (tabela 3.1)

Tabela 3.1 - Struktura zaposlenih

Zemlja	Broj zaposlenih osoba	Ukupna struktura u %		
		1-49	50-249	250+
Srbija i Crna Gora	33 057	5.4%	11.1%	83.4 %
Prema podacima decembar/januar 2003/2004. (Istraživanje autora)				
Zemlja	Broj zaposlenih osoba	Ukupna struktura u %		
		1-49	50-249	250+
Belgija	64 921	55.9	26.3	17.8
Finska	35 578	47.1	28.1	14.8
EU (11 zemalja)*	2 197 405	57.0	25.0	17.9
*Nedostaju Grčka, Luksemburg, Holandija i Velika Britanija				
Šizvor: Eurostat New Cronos, 2002, obrada podataka DIW, Berlin, Nemačka				

Indikativni su pokazatelji koji su dobijeni kao rezultat ove studije i koji ukazuju na loše stanje IS u domaćoj metaloprerađivačkoj industriji (na uzorku od 293 preduzeća).

Kupovina i prodaja preko Interneta u formi trgovine preko B2B se ne sprovodi, kao i korišćenje EDI tehnologije, wireless ili remote pristup mreži takođe nije moguć. Takođe ne postoje implementirani koncepti SCM ili Knowledge Management-a. Dok elementi ERP postoje kod 3 preduzeća, a CRM kod jednog preduzeća. Zaštite sistema se sprovodi korišćenjem enkripcije, fizičke zaštite pojedinih IT resursa, UPS, i antivirus programi. Mali broj IS podržava menadžment kapacitetima i skladištima kao deo on-line kolaboracije o oblasti dizajna proizvoda.

Generalno posmatrano velika i srednja preduzeća koriste u velikoj meri računare za obavljanje svojih redovnih poslova i za podršku poslovnim procesima. Takođe je korišćenje Internet tehnologije zastupljeno u velikoj većini slučajeva kod ovih preduzeća. Kod malih preduzeća imamo mnogo manje korišćenje računara i Internet tehnologije. Ovome doprinosi činjenica da veliki broj malih preduzeća imaju manje od 5 zaposlenih. Ono što zabrinjava i što je naročito izraženo je nedostatak modernih IT koncepata kao što su BI, SCM, ERP ili CRM (tabla 3.2). Ovi sistemi su retki i kod najvećih preduzeća. Slična je situacija i kod korišćenja Internet tehnologija. Velika i srednja preduzeća uglavnom poseduju svoje web sajtove, komunikacija sa kupcima i dobavljačima se uglavnom obavlja preko e-mail-a. Ne postoji integrisan sistem komunikacije sa okruženjem korišćenjem Internet tehnologije.

Sem niskog nivo integracije i sofisticiranosti e-business i IT rešenja, karakteristična je i slaba podrška marketinški, prodajni i servisnim funkcijama u preduzeću. I ovde je slučaj da samo velika i eventualno srednja preduzeća imaju ograničene resurse koje bi upotrebili u ove svrhe, ali se kod njih javlja problem ne prepoznavanja važnosti preduzimanja ovakvih koraka (tablea 2.3.5).

Tabela 3.2 - Metaloprerađivački sketor: Nivo integracije i sofisticiranosti E-business rešenja

		SCG	Prosek za EU
1	SCM	0	5
2	CRM	1	6
3	Menadžment znanjem	0	3
5	ERP	2	25

I u samom procesu projektovanja, dizajna proizvoda retki su primeri kada naša preduzeća poseduju potrebnu IT infrastrukturu za ostvarivanje koncepta kolaborativnog dizajna odnosno kolaborativnog inženjersva. Predviđanje potražnje za proizvodom se ne sprovodi korišćenjem IT tehnologija dok je nešto bolja situacija u oblasti upravljanja skladištima. Kada je u pitanju elektronska razmena dokumenta sa kupcima i dobavljačima situacija je na prvi pogled bolja, razmena dokumenata u elektronskom formatu se vrši, ali su ti dokumenti uglavnom nestrukturirani i sastavljeni u slobodnoj formi tako da nisu od nekog velikog značaja za uspešno funkcionisanje integrisanog informacionog sistema (tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Metaloprerađivački sketor: Implementacija procesa

	Procesi	broj zaposlenih		
		<50	50-249	250+
1	Online kolaboracija (dizajn proizvoda)	3	8	20
2	Online kolaboracija (predviđanje potražnje za proizvodom)	0	0	1
3	Online menadžment kapaciteta / skladišta	3	8	19
4	Elektronska razmena dokumenata sa dobavljačima	6	20	54
5	Elektronska razmena dokumenata sa kupcima	0	50	54
6	Online pregovaranje i ugovaranje	0	0	0

Drugim rečima, ne postoji razmena informacija korišćenjem EDI tehnologij i EDIFACT standarda ili STEP standarda ili razmene strukturiranih XML dokumenta koji bi mogli da posluže kao direktan ulaz za aplikacije na strani kupaca odnosno dobavljača. Razmena dokumenata u elektronskoj formi se pre odnosi na razmenu e-mail poruka, pa je prema tome i sam proces online pregovaranja i ugovaranja redak na našim prostorima.

4. Zaključak

Iz napravljene analize se vidi da, kada je reč o informacionim tehnologijama i njenoj aplikaciji u preduzećima metaloprerađivačke industrije Srbija drastično zaostaje za razvijenim zemljama (Evrope, Dalekog Istoka i Amerika) kao i da pokazuje znake zaostajanja za zemljama iz sopstvenog okruženja. Zbog karakteristične ekonomske situacije i nedostatka kapitala koji bi se investirao u informacioni sektor, kao i zbog činjenice da mali je mali broj ljudi zaposlen u IT sektoru u domaćim preduzećima, relativne slabosti domaće ITC industrije, jasna je potreba za razvojem modela/obrazaca reinženjeringa informacionih sistema u domaćoj industriji. Postoje veliki problemi u oblasti: ekonomsko, pravne prirode, ITC sektoru, zatim problemi kadrovske, infrastrukturne, hardverske i softverske prirode. Iskristalisale u se sledeći predlozi za poboljšanje opšteg stanja: usvajanje politike i mera za stimulisanje razvoja i primene ICT, podsticanje domaćeg razvoja i proizvodnje ICT opreme, podsticanje razvoja domaće industrije softvera, unapređenje obrazovanja na svim nivoima, radi ostvarivanja olakšica u okviru fiskalne politike i stimulisanja zapošljavanja mladih stručnjaka, ukidanje poreza na zarade stručnjaka koji su angažovani na poslovima razvoja u oblasti ICT, kao i iznalaženja mogućnosti za njihovo stimulisanje, podsticanje primene elektronskog poslovanja, brži razvoj telekomunikacione infrastrukture, razvijanje metodologija i obrazaca za uspešan reinženjering informacionih sistema u domaćim preduzećima.

Reference

1. European Commission, Enterprise Directorate general, ITC / e-business in Metal Processing Industry
2. Udruženje informatičke delatnosti " Aktuelna problematika i predlog mera za poboljšanje poslovanja u oblasti informacionih tehnologija" 24. novembar 2003.
3. Indicators for Informatic Society in Baltics, Action line 6, Northern sDimension ActionPlan, July 2003.
4. Measuring the Information Economy, OECD, 2002.

Abstract

In order to define systematic approach in development of ITC sector in domestic metal processing industry we must determinate: condition of domestic ITC sector, comparison between domestic and foreign countries ITC sectors in metal processing industry. This paper is result of scientific research project MIS.3.02.0192.B, and compares ITC sectors in domestic and foreign metal processing industry.



Prof. dr Lidia Romić ¹

PRIMENA INTERNETSKE TEHNOLOGIJE U INOVIRANJU RAČUNOVODSTVENE FUNKCIJE

Sadržaj: 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 računovođa, pa će se u tom slučaju pojmovi Interneta i produktivnosti zaista moći smatrati nadopunjujućima. U protivnom, uticaj Interneta na produktivnost može biti negativan.

Glavne reči: Internet, računovođa, i tehnologija

1. UVOD

Paradigma informacione ili tzv. Nove ekonomije ukazuje na bitne promene u savremenoj ekonomiji. Empirijski, pojavni oblik takvih promena je ekonomska globalizacija, koja iz dana u dan dobija sve veće razmere. Tehnološki je progres istovremeno uzrok i posledica ekonomske globalizacije. On, naime nameće nove, ali jedinstvene i opšte standarde i obrasce ponašanja, i direktno podstiče tehnološku i društvenu globalizaciju. Istovremeno, društvena globalizacija nameće potrebu za daljim tehnološkim napretkom.

Informaciono/komunikaciona tehnologija utiče na promenu ekonomske strukture nacionalnih privreda, ali i celokupnog međunarodnog ekonomskog sistema. Ona deluje na sve dimenzije ekonomskog života, ali ostavljajući istovremeno mogućnosti za izražavanje individualnih, grupnih i nacionalnih specifičnosti. Dolazi do tzv. Digitalne podele- podele na one koji mogu da iskoriste konkurentne prednosti savremene informacione i komunikacione tehnologije, te na one koji to ne mogu.

Bitne razlike što ih proizvodi globalizacija kao derivat informacione ekonomije su prikazane na sledećoj tabeli:

INDUSTRIJSKA I INFORMACIONA EKONOMIJA

Industrijska ekonomija	Informaciona ekonomija
Energetski intenzivna	Industrijski intenzivna
Standardizovana	Prilagođena meri
Stabilan proizvod	Brze promene proizvoda
Fiksirani pogoni i oprema	Fleksibilni proizvodni sistemi
Automatizacija	Sistematizacija
Pojedinačna firma	Mrežna i virtualna organizacija
Hijerarhijska struktura upravljanja	Kooperativno upravljanje
Segmentacija u radne jedinice	Integracija
Proizvodi su popraćeni uslugama	Usluge su popraćene proizvodima
Centralizacija moći i znanja	Distribucija moći, podela znanja
Specijalizacija veština i znanja	Generalizacija veština i znanja
Državno vlasništvo i kontrola	Državna koordinacija i regulacija

¹ Vanredni profesor, Ekonomski fakultet Subotica, Segedinski put 9, lromic@tippnet.co.yu

Svi navodi iz tabele ukazuju na to da ekonomsku globalizaciju možemo smatrati pozitivnim društveno-istorijskim trendom. U okvirima tzv. Nove ekonomije težište proizvodnih aktivnosti "seli" se iz materijalne sfere u područje usluga, a informacija postaje osnovni poslovni resurs. Na kraju 20 veka, nakon što je Internet i formalno proglašen "opštim dobrom čovečanstva", to je rezultiralo osmišljavanjem i implementacijom koncepta elektronskog poslovanja. Koncept elektronskog poslovanja nameće potpuno drukčije shvatanje tradicionalnog lanca vrednosti, intenzivirane mnogobrojnim interakcijama među poslovnim subjektima koje se više ne mogu objasniti jednostavnim kauzalnim odnosima u jednodimenzionalnom ekonomskom prostoru. U današnjem trenutku postoji čitav niz faktora koji ukazuju na to da su već ispunjeni mnogi uslovi za nastupanje nove ere u razvitku ekonomije - ere informacione ekonomije. Ta se transformacija ne događa odjednom, nekakvim sprektakularnim kvalitativnim skokom, i nije objašnjiva tzv. Teorijama katastrofe, već nizom strazmerno malih, ali ireverzibilnih razvojnih koraka, koji vrlo brzo smenjuju jedan drugoga. To može stvoriti privid da se industrijska epoha i nadalje postojano razvija, ali je istina na drugoj strani - ona naime postupno i definitivno nestaje.²

2. INTERNET KAO NOVI EKONOMSKI PROSTOR

Početak devedesetih godina počinju da dolaze na videlo učinci delovanja novog tržišta, s takvim karakteristikama kakve do tada nisu bile zabeležene. Vremenom se internetski ekonomski prostor počeo profilirati, tako da su se izdiferencirala četiri doboro razgraničena ekonomska sektora:³

- sektor proizvođača elemenata internetske infrastrukture,
- sektor davatelja internetskih usluga i aplikacija,
- sektor elektronskih trgovaca raznim robama i uslugama,
- sektor posrednika u elektronskom poslovanju.

U sektoru proizvođača elemenata infrastrukture deluju postojeće telekomunikacione kompanije, ali se javlja i mnoštvo novih proizvođača. To su uglavnom, proizvođači inteligentne opreme za pripremu, memorinaje i prenos informacija na daljinu. Sektor davaoca internetskih usluga i aplikacija okuplja firme koje su kao osnovnu proizvodnju prihvatile razvijanje i nuđenje usluga i aplikacija za rad krajnjih korisnika Interneta. Ovde treba spomenuti, u prvom redu, sve brojnije ponuđače usluga pretraživanja informacija, ali i složenih aplikacija, poput izrade web stranica, programa za elektronsko poslovanje i elektronsko bankarstvo, rekreacijskih aplikacija, te mnogih drugih sličnih, pretežno softverskih sistema. U trećem sektoru, sektoru elektronskih trgovaca svoje mesto traži veliki broj ponuđača najrazličitije robe i usluga, baš kao što je to slučaj i na konvencionalnim tržištima. Ovde je uočljiv trend specijalizacije, za trgovanje određenim robama i uslugama, a u svakom segmentu ima više i manje uspešnih konkurenata (putne karte, knjige, automobili, hrana itd.) Konačno, sektor posrednika u elektronskom poslovanju, koji je najmlađi među svim sektorima internetskog prostora, okuplja firme koje organizuju i obavljaju neki oblik elektronskog berzanskog poslovanja, funkcionišući načelno poput konvencionalnih berzi. One zarađuju povezujući prodavce s potencijalnim kupcima u Internetu.

Globalizacija ekonomskih delatnosti u internetskom prostoru je vidljiva iz činjenice da svi subjekti deluju globalno, tj. klijenti, odnosno kupci najčešće ni ne znaju gde je smešten subjekt s kojim stupaju u kontakt i eventualno otvaraju posao. Takođe u komunikacionom smislu ne postoje nikakva ograničenja, jer je dopuštena upotreba svih jezika, pisama, stilova komuniciranja i koncipiranjem, uvođenjem i sve intenzivnijom primenom elektronskog novca brišu se i monetarne specifičnosti sredina iz kojih dolaze ekonomski subjekti.

3. FENOMEN VIRTUALIZACIJE

Internet je osnova fenomena virtualizacije, odnosno paradigme virtualne stvarnosti, što se javlja prvi put onda, kada čovek evolucijski dostiže sposobnost apstraktnog mišljenja. Ključni tenuci u razvitku paradigme virtualne stvarnosti su bili pronalasci fotografije i trajnog pohranjivanja tonskog zapisa, što se kasnije razvilo

² Forrester, J.W.: World Dynamics, New York, Wright-Allen Press, 1974

³ Prema Panian, Ž.: Internet i malo poduzetništvo, Zagreb, Informator, 2000

u tzv. Multimedijisku tehnologiju U kombinaciji s tehnologijom prenosa podataka na daljinu nastaju na kraju 20 veka multimedijiske mreže, čiji je najbolji primer upravo Internet.

Internet menja prostorne i vremenke odnose među pojavama, preciznije rečeno, tradicionalne fizikalne dimenzije nestaju. Vremenske su zone i prostorne udaljenosti u Internetu savladane. Jednom kada se prihvate zakonitosti digitalnih komunikacija i virtualnog prostora, sve postaje sada i ovde. Uz korišćenje Interneta sve se pojave bilo gde na planeti približavaju na gotovo nultu udaljenost, a vreme odgovora na upite i zahteve takođe teži ka nuli. Ipak, treba istaći da još uvek ima nekih tehničkih teškoća zbog nesavršenosti prenosne infrastrukture koju je Internet nasledio od telefonije (nedovoljna brzina prenosa informacija, odnosno tzv. Širine pojasa, što proizlazi iz nezadovoljavajuće propusne moći komunikacionih kanala, ali je samo pitanje vremena kada će ti problemi biti rešeni na zadovoljavajući način, na primer usavršavanjem satelitskih komunikacija

Sve kvalitetnije internetske usluge – tzv. Širokopojasne usluge – pružaju svakom čoveku i organizaciji mogućnost da budu brzi poput svojih konkurenata i jednako blizu mesta događaja kao i oni. Prostorne udaljenosti, vreme i brzina više ne predstavljaju konkurentnsku prednost. Takva prednost proizlazi sada isključivo iz znanja, veštine i kreativnosti i volje da se nešto učini. Brzina prenosa informacija teži ka brzini svetlosti, a trodimenzionalne tehnologije računarske grafike, animacije i simulacije stvaraju korisniku dojam neograničenog prostora unutar kojeg se može kretati. Virtualizacija i internetski način života, kako ga naziva Bill Gates, donose brojne i teško predivideve društvene promene. Nedvosmisleno je da Internet pozitivno utiče na opšti stepen kvaliteta života, jer lišava ljude brojnih fizičkih i situacionih napora i problema. S druge strane pak, već su sada uočljive neke negativne tendencije, poput povećanog otuđenja, tzv. Računarske zavisnosti i porasta obima i modaliteta tzv. Informatičkog kriminaliteta. Ipak, virtualnu stvarnost treba bezrezervno prihvatiti kao dobrobit koja čovečanstvu donosi tehnološki razvitak, ali isto tako treba preduzeti sve mere kako bi se taj razvoj podvrgao odgovarajućoj kontroli i svesno i organizovano vodio u željenom smeru.

4. ULOGA INTERNETA U OSTARIVANJU CILJEVA RAČUNOVODSTVENE FUNKCIJE U PREDUZEĆU

Vreme kada su računovođe svoj posao obavljali pišući rukom i pomažući se u računanju sa kalkulatorima je iza nas. Računari su unapredili njihovu produktivnost, a sada je tu i Internet, čije potencijale računovođe trebaju tek da istraže i iskoriste. Pri istraživanju mogućnosti primene Interneta u računovodstvu treba poći od definicije računovodstvene funkcije. Taj cilj se može odrediti kao prikupljanje finansijskih informacija radi preduzimanja korisnih finansijskih analiza na delotvoran i pravovremen način.⁴

Internet može da predstavlja važno i moćno sredstvo za ostvarivanje takvog cilja, i to iz tri razloga:

1. zbog mogućnosti brzog pribavljanja podataka,
2. zbog mogućnosti ciljnog traženja, korišćenja i generisanja informacija,
3. zbog mogućnosti dodavanja vrednosti informacijama.

U Internetu se uopšteno mogu naći tri kategorije informacija:

- * U prvu spadaju informacije koje se odnose na prošlost i koje su načelno nepromenljive, ali se u nekim slučajevima nadopunjuju, odnosno kumuliraju.
- * Drugu kategoriju čine dinamičke i promenljive informacije, i one proizlaze iz procesa koji traju duže vreme i upravo su u toku.
- * Treću kategoriju čine informacije koje netko namerno ili smišljeno nudi na korišćenje, pa čak i prodaju, nadajući se da će one pobuditi interesovanje drugih.

Informacijama iz sve tri kategorije se može putem Interneta pristupiti praktično trenutno. Zato se Internet može koristiti kao ogroman bazen ili skladište informacija, ali istovremeno i kao prostor u kojem se velikom brzinom ostvaruju kontakti i obavljaju poslovi. Računovođe koje se odluče za rad sa Internetom zato mogu računati s povećanim komforom u radu, s većom produktivnošću i kvalitetnijim rezultatima svoga rada. S druge strane, brzina protoka informacija Internetom ne dopušta nepotrebne prekide u radu, traži promptne

⁴ Cohen, E. E. Accountant's Guide to the Internet, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc New York, 2000, str. 278.

reakcije i povećanu koncentraciju. No nagrada može biti neproporcionalno velika u odnosu na povećani trud korisnika. Tehnički su problemi daleko u pozadini, a uz to se i sve brže otklanjaju i rešavaju.

Internet ne omogućuje samo stvaranje globalnih pregleda nad stanjem i sadržajem raspoloživih informacija, on pruža i mogućnost ciljnog traženja, korišćenja, pa i stvaranja i davanja drugima na korišćenje vrlo specifičnih informacija. Nadalje u radu sa Internetom čovek nije pasivan kao kada informacije prima putem medija, televizije ili radija. Nije ni tako ograničen vremenom, raznim formalnostima i troškovima. Dakle, Internet se može koristiti kao medij za lično, interpersonalno komuniciranje, ali podjednako delotvorno i kao medij za masovno komuniciranje i time je on jedinstven među svim do sada razvijenim i poznatim komunikacionim medijumima. U Internetu su primeri sinergije pravilo, a ne izuzetak. Figurativno rečeno, Internet je poput brokera na berzi koji prikupljanjem informacija iz različitih izvora stvara novu informaciju s dodanom vrednošću, i to tako da vrednost novostvorene informacije nadmašuje zbir vrednosti informacija iz kojih je nastala. Na taj način, on potiče stvaranje globalnog znanja, u čijim okvirima i sadržajima skoro svako može naći ono to želi ili što mu u datom trenutku treba.

5. ZAKLJUČAK

Informaciono-komunikaciona i internetska tehnologija i elektronsko poslovanje danas obuvataju i prožimaju sva područja poslovanja savremenih preduzeća. Prema dosada prikupljenim iskustvima i saznanjima, kao oblici elektronskog poslovanja sa najboljim učincima se pokazuju:

- a. online prodaja,
- b. online kupovina,
- c. online trgovanje,
- d. računarski sistemi,
- e. online plaćanje i naplaćivanje

Tehnološki napredak i savremena dostignuća informacione i, posebno internetske tehnologije uveliko menjaju način rada računovođa, što se nužno odražava na shvatanje pojmova integriteta, objektivnosti i nezavisnosti računovodstvene funkcije. Izlaskom na Internet, računovodstvena funkcija po prvi put u istoriji dobija neka obeležja tržišnosti, kao što su konkurencija usluga, tržišno određivanje cena računovodstvenih usluga, ispreplitanje domicilnih i međunarodnih aktivnosti, ili čak mogućnost potpunog poveravanja ili prepuštanja obavljanja računovodstvenih poslova spoljnim subjektim. U takvim slučajevima dolazi do nove podele firmi s obzirom na način na koji realizuju svoje funkcije računovodstva – do tzv. Digitalne podele kao odraz društvenog trenda podele na one koji primenjuju informacionu i internetsku tehnologiju u svakodnevnom životu i radu, s jedne strane, i one koji to ne čine sa druge strane.

LITERATURA

1. Bauer, Ch: Internet und www für Banken, Gabler Verlag, München, 1998
2. Cohen, E. E. Accountant's Guide to the Internet, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc New York, 2000
3. Crumlish, C.: The Internet for Busy People, Berkeley, Osborne/McGraw-Hill, Berkeley, 1999
4. Forrester, J.W.: World Dynamics, New York, Wright-Allen Press, 1974
5. Panian, Ž.: Internet i malo poduzetništvo, Zagreb, Informator, 2000
6. Panian, Ž.: Internet za računovođe, Potecon, Zagreb 2001

***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 accountants, and in this case the sense of Internet and productivity should really concerns as synonyms. In the opposite, the influence of Internet could be negative.*

***Key words:** Internet, accountant, and technology*



Dragoljub Drndarević*, Milovan Milivojević*, Duško Sokić**, Nikola Radojičić**

SISTEM OZNAČAVANJA ČINILACA POSLOVANJA U VALJAONICI ALUMINIJUMA

Rezime: Postojeći sistem, koji se zasniv¹ao na identifikacionom (matičnom) broju, i koji je imao određene nedostatke, pre svega zbog nepostojanja klasifikacije, što je izazivalo teškoće u sortiranju i pretraživanju, a samim tim i pojavu višestrukosti oznaka za isti činilac, zamenjen je integralnim sistemom označavanja činilaca poslovanja, realizovanim u obliku paralelnog sistema. Pored otklanjanja datih nedostataka, uvođenjem novog sistema postignuti su ciljevi u pogledu prilagođenosti sistema računarskoj obradi, eliminisanje mogućnosti "pucanja" i stvaranje platforme za uvođenje informacionog sistema za planiranje i upravljanje poslovanjem. Bitno poboljšanje primenjenog klasičnog sistema je u uvođenju Sistema karakteristika po standardu DIN 4000, čime je olakšano pretraživanje, posebno kod grupa u kojima se javlja veliki broj činilaca.

1. UVOD

Pravilnim izborom i odgovarajućom primenom i održavanjem sistema označavanja činilaca poslovanja stvaraju se uslovi za efikasnu primenu informacionog sistema, koji ima odlučujuću ulogu u upravljanju poslovnim sistemom.

Osnovni zahtev koji se postavlja pred sistem označavanja je da on omogući obradu podataka na računaru i da podrži primenu odgovarajućeg informacionog sistema za praćenje i upravljanje svim segmentima poslovanja preduzeća. Da bi to bilo zadovoljeno sistem označavanja treba da ispunjava sledeće zahteve:

- najvažniji zahtev je jednoznačna, precizna i potpuna identifikacija svakog činioca poslovanja koji učestvuje u automatskoj obradi,
- smanjenje broja tipova i vrsta činilaca i kontrola i upravljanje stanjem u magacinu,
- smanjenje pojava višestrukosti u označavanju na minimum,
- da omogući decentralizovanu organizaciju označavanja,
- da odgovara zahtevima informacionog sistema, odnosno da sadrži sve informacije o karakteristikama činilaca od interesa za korisnike informacija,
- da omogući jednostavan i udoban postupak označavanja, korišćenja i održavanja sistema,
- da omogući određeni vek trajanja sistema, odnosno, spreči njegovo „pucanje”,
- da je prilagođen računarskoj obradi podataka.

Vrste i karakteristike sistema označavanja, kao i njihova primena u različitim vremenskim razdobljima, u zavisnosti od razvoja preduzeća i nivoa obrade podataka, data je u [1]. Osnove paralelnog sistema, koji je danas isključivo u primeni, date su u [1,2], a prvi radovi kod nas pojavili su se 70-tih godina [3,4].

2. PREDHODNO STANJE I PREDLOG SISTEMA OZNAČAVANJA

Postojećim sistemom označavanja bili su obuhvaćeni svi materijalni činiooci i deo nematerijalnih činilaca, čija se obrada vrši na računaru. Realni broj činilaca je bio veći od broja upotrebljenih oznaka, jer je jednom oznakom često numerisano više međusobno sličnih činilaca. To je posebno izraženo, pored nekih vrsta materijala i delova, kod sirovina i gotovih proizvoda, gde je broj različitih činilaca, uzimajući u obzir sve karakteristike, neuporedivo veći.

* Viša tehnička škola, Užice, tel.: 031-512-013, E-mail: vtsuzice@eunet.yu

** Valjaonica aluminijuma, Sevojno, tel.: 031-532-255

Označavanje materijalnih činilaca bilo je izvedeno pomoću naziva i matičnog broja. Kod većeg dela činilaca naziv je sistematizovan prema određenim pravilima. Matični broj predstavljao je šestocifren redni broj, koji jednoznačno identifikuje činilac. Sort i pretraživanje činilaca, kod kojih je to potrebno, izvodio se preko naziva. Izuzetak su bili gotovi proizvodi, kod kojih su se pored naziva, po određenoj sistematici unosile i karakteristike (grupa, podgrupa, oblik, legura, kvalitet, dimenzije), po kojima je takođe moguće sortiranje činilaca. Kod gotovih proizvoda dato je i označavanje vrste i karakteristika materijala sa kodiranjem numeričkim oznakama.

Nematerijalni činiooci su označeni uglavnom hronološki, odnosno pomoću rednog broja pri pojavljivanju. Kadrovi su označeni sa pet cifara i sa izvesnim brojem podataka, a u toku je dalje prikupljanje i unos podataka. Kupci i dobavljači su, pored petocifrene oznake, definisani sa još šest podataka, po kojima se vrši pretraživanje. Radni nalozi su označeni takođe sa petocifrenim rednim brojem, pri čemu je izvršeno zoniranje ovog broja za proizvode namenjene domaćem i stranom tržištu.

Mesto označavanja za materijalne činioce je uglavnom magacin kome pripadaju. Osnovna sredstva za obradu na računaru označavana su u službi materijalnog knjigovodstva. Označavanje nematerijalnih činilaca izvodilo se u službama u kojima se oni pojavljuju.

Nedostaci postojećeg sistema označavanja, čije su osnovne karakteristike iznete, su:

- pojava dve ili više oznaka za isti činilac, što prividno povećava broj činilaca, a neminovno se javlja pri nedovoljnim mogućnostima pretraživanja,

- kod većine materijalnih činilaca javlja se na jednoj oznaci grupa sličnih činilaca, koji se razlikuju po određenim karakteristikama, funkciji i vrednosti, što dovodi do nedovoljne informativnosti sistema označavanja. Uzrok ove pojave je, pored nedostatka slobodnih oznaka, nesistematičnost i nepotpunost naziva i karakteristika, kao i nepostojanje zahteva za pretraživanje,

- materijalni činiooci označavaju se posle nabavke, umesto pri „rađanju”, odnosno pri definisanju njihovih karakteristika i porudžini. Posledica toga je nedostatak informacija o porudžbini datog činiooca preko sistema označavanja do dolaska činiooca u magacin,

- nepostojanje veza oznake činilaca i tehničke dokumentacije koja bi se koristila za praćenje i upravljanje u datom segmentu poslovanja (primer rezervnih delova u službi „Održavanja”)

- nepostojanje sistema označavanja tehnološke dokumentacije, potrebnog za sistem za praćenje i upravljanje proizvodnjom.

Novi sistem označavanja projektovan je tako da zadovolji postavljene ciljeve uvođenja i otkloni nedostatke uočene kod postojećeg sistema. Predložen je integralni sistem označavanja svih činilaca poslovanja (materijalnih i nematerijalnih) sa realizacijom u obliku paralelenog sistema.

Oznaka jednog činiooca u paralelenom sistemu sastoji se od:

- identifikacionog broja,
- zapisa osnovnih podataka i
- klasifikacionog broja,

čiji je međusobni raspored nezavisan.

Identifikacioni broj (IB) - redni broj koji jednoznačno i nedvosmisleno identifikuje određeni činilac. Dužine je 6 mesta i nema kontrolnu cifru. Služi isključivo u svrhu identifikacije, bez uključivanja u njegovu strukturu organizacione podele ili bilo kakvog oblika klasifikacije. Zoniranje IB i određivanje punktova za označavanje definisano je dokumentom u obliku internog standarda.

Zapis osnovnih podataka (ZOP) - služi za nedvosmisleno identifikaciju određenog činiooca. Namenjen je za materijalne činioce poslovanja (prvenstveno standardne, a može se koristiti i za nestandardne). ZOP se sastoji od:

- naziva činiooca,
- identifikacionog dela oznake činiooca (standarda i izabranih karakteristika).

Struktura, broj mesta, način primene i dozvoljeni znaci utvrđeni su sa JUS M.A0.006.

Klasifikacioni broj (KB) - označava činilac prema unapred utvrđenim karakteristikama koje su zajedničke za određenu grupu činilaca (na primer vrsta materijala, oblik, kvalitet i dr.) Služi za sortiranje i pretraživanje po datim karakteristikama od interesa za korisnike informacija. Osnova za izbor karakteristika za klasifikaciju su svojstva činiooca. Klasifikaciju prema nameni treba izbegavati. U klasifikaciju ne treba da bude uključena organizaciona podela. Klasifikaciju za pojedine grupe činilaca moguće je menjati u toku primene sistema (preklasifikacija) u cilju funkcionalnijeg sortiranja i pretraživanja. Po mišljenju autora klasifikacioni broj ne treba da bude suviše glomazan i preporuka je da on bude maksimalno 6 - 8 cifara. Klasifikacija se izvodi do dubine da se omogući jednostavno vizuelno pretraživanje (na primer kada je broj činilaca veći od 100) ili do

nivoa kada je moguće primeniti sistem karakeristika. Sistem karakeristika služi da omogući sortiranje, pretraživanje i izbor činilaca, uglavnom standardizovanih, posredstvom nešifrovanih podataka iz popisa karakeristika.

3. FORMIRANJE SISTEMA OZNAČAVANJA

U aktivnostima, vezanim za formiranje i postavljanje sistema označavanja, pored konsultantskog tima učestvovali su stručni tim, operativni timovi i stručne službe preduzeća.

Stručni tim preduzeća formiran je od predstavnika organizacionih celina koje učestvuju u procesu uvođenja novog sistema označavanja. Njegov zadatak je, pored organizacije rada unutar celine, rad na razvoju sistema klasifikacije u saradnji sa konsultantskim timom. Nosioći aktivnosti na prešifriranju činilaca sa postojećeg na novi sistem su članovi stručnog tima, koji po potrebi formiraju operativne timove u okviru svoje organizacione celine. Stručne službe preduzeća zadužene su za formiranje dokumentacije, usaglašene sa novim sistemom i unošenje podataka po novom sistemu, kao i za proveru i praćenje rada sistema. Organizovanje rada stručnog i operativnog tima, kao i nadzor i usaglašavanje njihovog rada sa radom konsultantskog tima vrši Savet projekta.

U odnosu na sistem označavanja, koji je kratko prikazan u delu 2., i koji se nalazi u primeni u većini preduzeća, u formiranju datog sistema pošlo se od naglašenog zahteva za pretraživanjem i sortiranjem pojedinih grupa činilaca, što je bila jedna od osnovnih mana predhodnog sistema. Sortiranje je do određene dubine omogućeno pomoću klasifikacionog broja, koji je dalje povezan za sistemom karakeristika. Dubina, odnosno nivo klasifikacionog broja varira u zavisnosti od nivoa na kom je razvijen sistem karakeristika za pojedine grupe činilaca.

Klasifikacija na prvom nivou obuhvata sve materijalne i nematerijalne činioce koji se sortiraju. Podela je izvršena u deset grupa:

- 0 - Proizvodi
- 1 - Mašine, uređaji, oprema i specijalni rezervni delovi
- 2 - Valjci i specijalni alati
- 3 - Standardni elementi ugradnje
- 4 - Standardni alati
- 5 - Sirovine
- 6 - Pomoćni materijal i sitan inventar (osim alata)
- 7 - Kadrovi, kupci i dobavljači
- 8 - Nosioći informacija, operacije, skladišta
- 9 - Ostalo

Na drugom i ostalim nivoima svaka grupa je klasifikovana sa jednom ili dve cifre. Na primer, grupa 0 - Proizvodi klasifikovana je na sledeći način:

- 01 - Trake toplo valjane
- 02 - Ploče
- 03 - Trake
- 04 - Limovi
- 05 - Limovi trapezni
- 06 - Limovi sinusoidni

.....

U nastavku klasifikacionog broja za date grupe činilaca primenjen je Sistem karakeristika, posebno razvijen za sortiranje. Karakteristike po kojim se vrši sortiranje činilaca koji pripadaju grupi 003 - Trake date su u tabeli 1.

Tabela 1. Karakteristike grupe 003 - Trake

IB	STANDARD	DEBLJINA	ŠIRINA	LEGURA	KVALITET	POVRŠ.	GOR.STRANA	OSNOVA	DONJA STRANA
000201	DIN	1.000	1000.0	Al99,5	F11	MF			
000218	ASTM	0.580	1220.0	3004	H28	MF			
000229	JUS	0.400	300.0	AlMn0.5Mg0.5		EM	PS-30-194	O-20-253	P-70-313

Klasifikacija standardnih činilaca (standardni alati i rezervni delovi) vršena je po klasifikacionom broju do dubine 2-3 cifre, a potom su za grupe gde je broj činilaca najveći primenjena Zaglavlja karakteristika predmeta. Za nestandardne činioce (specijalne alate, specijalne rezervne delove), za koje nisu razvijena Zaglavlja karakteristika predmeta, za sortiranje je korišćen klasifikacioni broj i brojevi crteža iz tehničke dokumentacije, sa formiranjem odgovarajućih tabela karakteristika. Po istom principu date su tabele karakteristika za ostale grupe materijalnih i nematerijalnih činilaca koje su od interesa za praćenje (sirovine, kadrovi, kupci i dobavljači itd.)

4. ZAKLJUČAK

Izloženi su osnovni elementi i rešenja integralnog sistema za označavanje činilaca poslovanja u preduzeću "Valjaonica aluminijuma", Sevojno. Osnovno obeležje sistema je široka primena Sistema karakteristika za sortiranje standardnih i nestandardnih činilaca, materijalnih i nematerijalnih. Rešenje je izvedeno primenom razvijenih, standardnih Zaglavlja karakteristika predmeta i sopstvenim razvojem tabela karakteristika za grupe za koje nema standardnih Zaglavlja karakteristika predmeta. Time se omogućava zahtevano pretraživanje i formiranje izveštaja po datim karakteristikama (uglavnom numeričkim). Mada se date karakteristike unose u nešifrovanom obliku, da bi se ostvarila ova prednost sistema, potrebno je, pored obezbeđenja datih podataka, izvršiti njihovo unošenje u odgovarajuće baze, što zahteva određeno vreme.

S obzirom da su pojedini segmenti sistema testirani sa realnim podacima, a neki realizovani, sledi dalje uvođenje razvijenog sistema po delovima i rad na njegovom daljem razvoju i održavanju. Imajući u vidu specifičnosti ovog sistema, posebnu pažnju treba obratiti na izmene i dopune sistema klasifikacije, kao i u delu uvođenja Sistema karakteristika za sortiranje i pretraživanje određenih grupa činilaca, koje do sada nisu obuhvaćene (po standardnim ili po sopstveno razvijenim, internim sistemima). Pri tom stalno treba imati u vidu moto: "Sistem se ne uvodi autoritetom niti većinom, već ubeđenjem učesnika i timskim radom" (F. Mitthof).

LITERATURA

1. Ferišak F., *Sistemi šifriranja u organizacijama udruženog rada*, Informator, Zagreb, 1975.
2. Mitthof F., *Numerisch gestenerte Fertigung Krauskopf*, Verlag, Berlin, 1973.
3. Petrov P., *Jedinstveni sistem označavanja u "UMI"-u*, Beograd, 1973.
4. Špiler F., Ciljevi, delatnosti, uticaji i organizovanje standardizacije u OUR, *Standardizacija '78*, Beograd, 1978.



Dr Milorad Rakonjac, Direktor "Metecora" - Beograd

CIM u malim proizvodnim preduzećima

Rezime

Ovim radom hoću da prikažem kolika je uloga i značaj CIM sistema kod malih proizvodnih preduzeća. Iako su preduzeća mala, neophodnost je CIM sistem, da bi se ubrzao tehnološki proces proizvodnje, jer su sve neophodne informacije "na dohvat ruke", tako da brzo i efikasno donosimo odluke. Savremeni informacioni sistem omogućuje da pratimo svakodnevno prihod i troškove, što nam govori o stanju malog proizvodnog preduzeća. Možemo reći da je CIM sistem neophodnost svake dobro organizovane proizvodnje i da bez upotrebe istog ne može da se zamisli savremena fleksibilna proizvodnja i usluga u malom preduzeću.

1. UVOD

Da bi prikazali CIM u malim proizvodnim preduzećima, neophodno je definisati malo proizvodno preduzeće. Malo proizvodno preduzeće može se definisati kao preduzeće koje ima do 20 zaposlenih. Ovo nam govori da takvo preduzeće ima ograničen proizvodni kapacitet, koji se koristi za proizvodnju ograničene količine proizvoda, uslužnu delatnost ili ograničene količine delova koji se proizvode za određenog kooperanta. Fond sati koji se koristi za neposredan proizvodni rad ili uslugu je maksimalne vrednosti (15 proizvodnih radnika), i iznosi mesečno 2460 sati. Sem nabrojanog, produktivnost malog preduzeća zavisi i od stepena automatizacije kompletnog proizvodnog procesa. Stepenn automatizacije pokazuje brzinu izrade radnog predmeta u odnosu na predviđeno vreme. Predviđeno vreme obrade je izračunato kao i iskustveno vreme. Znači, povećanje broja proizvoda u jedinici vremena označava produktivnost rada, a automatizacija utiče na povećanje produktivnosti rada.

Uobičajeno je da u malim preduzećima ista ličnost ili lice obavlja radne zadatke, koji u većim preduzećima obavlja više lica, što govori da dolazi do sažimanja više radnih mesta, koje obavlja jedno lice. Iz napred navedenih razloga, zahteva se veliko znanje i iskustvo za rad u malim preduzećima.

Poslovanje malog preduzeća je usmereno ka stvaranju profita. To nam govori da i takvo preduzeće mora da poseduje kvalitetni menadžment. Ako znamo da je menadžment planiranje, organizovanje i kontrola, onda smo sve rekli sa koliko problema se ostvaruje traženi cilj. Znači, kompletno znanje od planiranja, organizovanja, koje podrazumeva kvalitetno poznavanje tehnologije, kadrovanje koje podrazumeva besprekorno ostvarenje proizvodnog procesa, do kontrole urađenog radnog predmeta koji je definisan tehničkom dokumentacijom.

Savremeno poslovanje je nazamislivo bez primene računara. Zbog napred pomenutog, neophodan je CIM sistem za savremena mala preduzeća. U ovom radu ću posebno prikazati informacioni sistem malog proizvodno-uslužnog preduzeća.

2. PRIPREMA PROIZVODNJE

Priprema proizvodnje počinje od razvoja proizvoda, kapaciteta, kooperacije, kvaliteta i dr.

Razvoj proizvoda je najvažniji. Sagledavajući gotov proizvod i prateći njegovu eksploataciju, možemo uočiti njegove prednosti i nedostatke. Savremen proizvod mora da bude kvalitetno dizajniran, lak za upotrebu, prost po složenosti i odgovarajućeg kvaliteta. Postojeći proizvod se usavršava i uprošćuje, pri čemu mu ostaje osnovna namena. Ukoliko je u pitanju kooperacija, ili izada jednog ili više podsklopova, onda težimo da uprostimo figuru radnog predmeta, a da vrši zadatak funkciju u definisanom gotovom proizvodu.

Projektovanje proizvoda je posledica kvalitetnog razvoja, gde su definisani svi zahtevi proizvoda (sklopa ili podsklopa). Projektovanje je zamisao – ideja nekog proizvoda (sklopa ili podsklopa), koji zadovoljava eksploatacione zahteve kupca. Projektovanje ima za cilj projekat proizvoda (sklopa ili podsklopa) sa definisanim glavnim karakteristikama, brojem sklopova ili podsklopova, njihovim međusobnim odnosima i rasporedom, sa definisanim karakteristikama, funkcijama i dogovarajućim kvalitetom.

Konstruisanjem proizvoda se rešava pitanje oblika i dimenzija proizvoda (usluge), tj. njihovih sastavnih delova – sklopova, podsklopova i detalja koji se mogu ukomponovati u proizvod. Crteži sklopa i podsklopova su detaljno pozicionirani (svi elementi su pozicionirani). Svaka pozicija ima svoj detaljan radionički crtež, ako deo nije standardizovan, a ako je standardizovan onda se unose karakteristične dimenzije i broj standarda i ne crta se detaljan radionički crtež. Konstruktor svaki nestandardni element dimenzioniše na osnovu proračuna.

Kompletna tehnička dokumentacija poseduje sastavnicu proizvoda.

Sastavnica proizvoda je dokument koji pokazuje iz koliko se elemenata, podsklopova i sklopova sastoji proizvod.

Sem nabrojanog konstruisan proizvod sadrži i uputstvo za upotrebu proizvoda, kao i servisiranje istog.

Tehnološko pripremanje proizvodnje ima zadatak da definiše:

- specifikaciju sa normativima reprodukcionog i pomoćnog materijala, elemenata iz kooperacije i gotove robe,
- specifikaciju alata i pomoćnog pribora,
- razradu tehnološkog postupka svakog radioničkog crteža, sa montažom podsklopova, sklopova i proizvoda,
- mašine, uređaje i opremu na kojima će se obaviti tehnološki postupak obrade ili montaže elemenata, podsklopova, sklopova i proizvoda,
- vremena za izvođenje tehnoloških postupaka obrade i montaže, a samim tim i količine proizvoda.

Operativna priprema sadrži sledeće aktivnosti:

- operativno planiranje,
- terminiranje,
- lansiranje proizvodno-tehničke dokumentacije,
- dispečiranje,
- praćenje i usklađivanje svih aktivnosti za realizaciju proizvodnog procesa.

Operativno planiranje je deo godišnjeg plana za kraći vremenski period, dnevni, nedeljni, desetodnevni i mesečni.

Terminiranje je vremensko usklađivanje tokova tehnoloških procesa, pri čemu se detaljno definiše vreme i prostor, pri izradi proizvoda (usluge).

Lansiranje je obezbeđenje materijala, alata, specijalnog alata, pomoćnog pribora i dokumentacije za nesmetani proizvodni proces.

Dispečiranje je otklanjanje smetnji u izvršenju operativnog plana proizvodnje koje mogu dovesti do zastoja, čekanja ili nekorisnog rada u procesu.

Praćenje izvršenja operativnih planova ima za cilj da registruje njihovu realizaciju i da reaguje ukoliko nije došlo do željene realizacije.

3. REALIZACIJA PROIZVODNJE (USLUGA) I KONTROLISANJE

Realizacija proizvodnje (usluge) je predviđeni tehnološki tok, koji se ostvaruje kroz planiranje tehnološke operacije. Tehnološka operacija je niz aktivnosti koje sprovodi čovek u sprezi čovek-mašina ili ručni rad koje ostvaruje čovek uz pomoć alata ili pomoćnog pribora. Svaka tehnološka operacija je definisana i uvek se obrađeni radni predmet poredi sa zadatom tehnološkom dokumentacijom. To poređenje se naziva tehnička kontrola proizvoda.

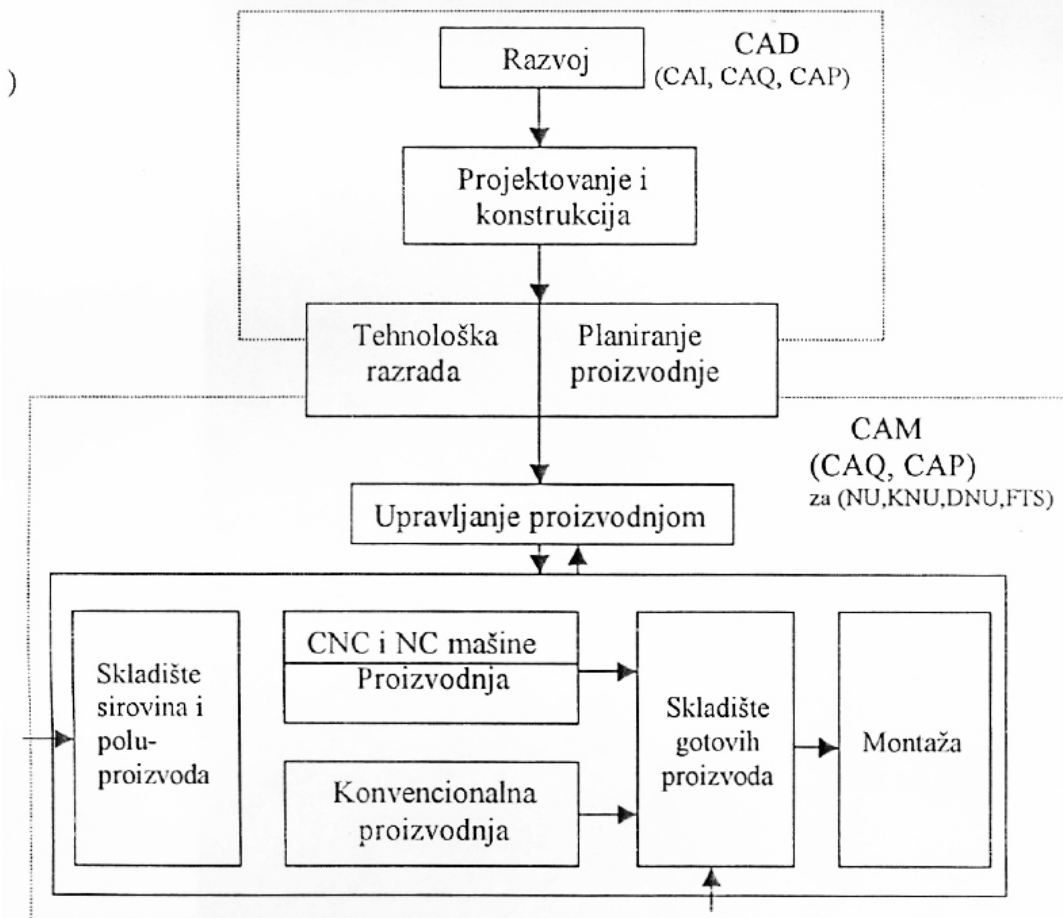
Postoji više značajnih mesta u tehnološkom procesu gde se vrši međuoperacijska kontrola, a na kraju gotovog radnog predmeta vrši se završna kontrola, što zavisi od željenog kvaliteta, a koji definiše tehnička dokumentacija.

U malim preduzećima retko se međuoperacijska kontrola susreće, jer sam radnik-izvršilac je ujedno i međuoperacijski kontrolor. Često se dešava da izvršilac zna da radi na više različitih mašina, tako da zamenjuje nekoliko radnika. U zavisnosti od kvaliteta mašinskog znanja najčešće zavisi kvalitet proizvoda. Ukoliko se ne može postići željeni kvalitet, najčešće se elementi, podsklopovi ili sklopovi rade u kooperaciji ili kao usluga u drugom preduzeću ili radionici.

4. INFORMACIONI SISTEM (CIM)

Neophodnost savremene fleksibilne proizvodnje, koja se najčešće susreće i u malim preduzećima, zahteva obučenog čoveka koji je u stanju da što više aktivnosti obavlja uz pomoć računara. Malo preduzeće ne mora da ima razvoj, ni projektovanje i konstruisanje, jer istu uslugu može da obavi neka specijalizovana projektna organizacija i da zadovolji predviđenu potrebu. Ukoliko se iste radnje obavljaju na računaru, onda se zahteva od inženjera poznavanje sve tri nabrojane oblasti. Tehnološka razrada i planiranje proizvodnje zahteva najčešće poznavanje rada na računaru.

Na slici 1. vidimo kompletan CIM sistem koji se primenjuje u malim preduzećima.



Slika 1. Kompletan CIM sistem malih preduzeća

CAD (Computer Aided Design)

CAM (Computer Aided Manufacturing)

CAI (Computer Aided Ingeneering)

CAQ (Computer Aided Quality)

CAP (Computer Aided Planning)

Sa slike 1. se vidi da je CAD/CAM podsistem, jedan od najvažnijih u CIM sistemu i da im se svi pridružuju u vezi praćenja i kontrolisanja proizvodnje.

Organizaciono se najčešće zahteva da dva do tri izvršioca moraju da prate i upravljaju kompletnim CIM sistemom. Nezgoda malih preduzeća je u tome što jedan čovek obavlja istovremeno više funkcija, pa je neophodno daleko veće znanje nego u većim preduzećima. Zbog većeg znanja i bolje umešnosti (snalaženja) u malim preduzećima moraju da rade visoko stručni kadrovi. Kompletan CIM sistem mora da funkcioniše, bez obzira na veličinu preduzeća.

Upravljanje CIM sistemom je veoma složeno i kompleksno te iziskuje visoke troškove malog preduzeća. Retko koje malo preduzeće poseduje kompletan sistem, koji se najčešće transformiše za potrebe tačno definisanog programa ili usluge. Najčešće tu dolazi do spajanja pojedinih funkcija, pa možemo konstatovati da je specifičan CIM sistem.

Ukoliko malo preduzeće ne poseduje ni opremu nikadar za takav sistem, onda je najčešće prinudeno da se usluži kod firmi, koje se bave ovim problemima i mesečnom nadoknadom rešava postojeći problem. Zakupnina se plaća za opremu, stručan kadar i sve ostalo što je neophodno da funkcioniše kompletan CIM sistem.

Postoji mogućnost za obuku kadra malog preduzeća, a onda se iznajmljuje oprema i softver za kompletan CIM sistem. Nekad mala preduzeća koriste i delove CIM sistema, a to su najčešće podsistemi CAD i CAM. Znači, neka mala preduzeća poseduju delove CIM sistema i kao takva funkcionišu, ali se ipak svi trude da uvedu kompletan CIM sistem, koji je neophodnost savremene fleksibilne proizvodnje.

5. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad hteo sam da prikažem koja je uloga i značaj CIM sistema, za mala proizvodna preduzeća. Može se zaključiti da se pojavljuje sve veći broj malih proizvodnih preduzeća, koja su uvela, hoće da uvedu ili razmišljaju o uvođenju CIM sistema, koji pomaže brzu i efikasnu savremenu fleksibilnu proizvodnju.

Abstract

This paper present role and emphasis of CIM system in small manufacturing enterprises. Although enterprises are small, CIM system is essential to accelerate technological manufacturing process, becouse all needed information are nearly, so we can making fast decisions. Modern information system enables overlook of daily profits and costs, which represents status of small manufacturing enterprise. We can say, CIM system is necessary for right manufacturing organisation, and without using the same, modern flexible production and services in small enterprises does not exist.

LITERATURA

- [1] Milačić V., Spasić Ž.: *Kompjuterski integrisani tehnološki sistemi CIM sistemi*, Jupiter – Zajednica, Beograd, 1990.
- [2] Radojević Z.: *Planiranje i priprema savremene proizvodnje*, NIU Službeni list SRJ, Beograd, 1997.
- [3] Radojević Z.: *Operativni menadžment*, Grafoslog, Beograd, 2002.



K. Herman, Ž. Spasić¹

INFORMACIONA INTEGRACIJA PODSISTEMA ODRŽAVANJE I DIJAGNOSTIKA I PRAĆENJE PROIZVODA U EKSPLOATACIJI²

Rezime

Integrirani informacioni sistem održavanje i dijagnostika i praćenje proizvoda u eksploataciji je koncipiran na bazi troslojne arhitekture sa programskim modulima razvijenim uz korišćenje standardnih softvera. Dijagnostika predstavlja vezivnu sponu između podсистema. Holonski sistem je usvojen zato što njegova arhitektura u potpunosti zadovoljava specifičnosti podсистema za praćenje proizvoda u eksploataciji. Komunikacija je bazirana na XML jeziku.

Ključne reči: informaciona integracija, dijagnostika, holonski sistem, XML

1. UVODNE NAPOMENE I POSTAVKA PROBLEMA

Informaciona integracija podсистema predstavlja kompleksan zadatak. Razlozi za to su nejednak stepen razvoja podсистema, fizička alociranost, veliki broj sistema koji se nalaze u interakciji, pravne barijere, problemi u komunikaciji.

Podсистem održavanje i dijagnostika sadrži mnoge aktivnosti karakteristične za upravljanje proizvodnjom i može se smatrati dobro definisanim i u širokoj primeni, dok se za podсистem praćenje proizvoda u eksploataciji može reći da u našem okruženju gotovo i ne postoji. Ako posmatramo iz aspekta proizvođača možemo da kažemo da delovi podсистema održavanje i dijagnostika kupaca-korisnika predstavljaju segmente podсистema praćenje proizvoda u eksploataciji. Fizički se jedan modul ili segment iz aspekta dva sistema tretira kao dva logička modula ili segmenta. Ovaj model egzistira u velikom broju slučajeva relacije proizvođač-kupac kompleksnih mašinskih proizvoda.

Klasični CIM hijerarhijski model ne može da u potpunosti da opiše ovaj odnos. Potrebno je primeniti koncept distribuiranog proizvodnog sistema, princip virtuelnog preduzeća i odgovarajući model sistema i model funkcionisanja podсистema. Neophodno je definisati način komunikacije koji odgovara usvojenim oblicima organizovanja i informacioni sistem koji bi bio osnova celog koncepta. Funkcije i koncepti podсистema su detaljnije predstavljeni u [1] i [2], a dijagnostika kao glavna spona između podсистema je podrobnije definisana u narednom poglavlju. U daljem tekstu će biti definisani modeli sistema, koncepti komunikacije i rešenja informacionog sistema. Rad definiše polaznu postavku na kojoj je definisan savremeni informacioni sistem koji služi kao podrška i osnova za integracija podсистema održavanje i dijagnostika i praćenje proizvoda u eksploataciji.

¹ Kosta Herman, dipl.ing.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 Rad je rezultat istraživanja u okviru projekta MIS.3.02.0192.B koje finansira MNZZS Srbije

2. DIJAGNOSTIKA

Korektivno održavanje predstavlja prevaziđen i skup način održavanja. Treba delovati proaktivno, anticipirati probleme, promene ili potrebe. Cilj postizemo implementacijom modula dijagnostika. Dijagnostika se definiše kao ispitivanje i analizu uzroka ili prirode uslova, stanja i problema.

Dijagnostički sistem treba da ima sledeće karakteristike i funkcije:

- modularnost, proširivost i promenljivost strukture
- mogućnost merenja i obrade velike količine analognih i digitalnih signala
- donošenje kompleksnih, višeparametarskih odluka
- povezanost u realnom vremenu sa kontrolerima u sistemu

U slučaju jednog proizvodnog sistema FMSa dijagnoza podrazumeva grupu specijalnih upravljačkih funkcija:

- praćenje stanja mašina i procesa korišćenjem on-line senzora
- prepoznavanje nepravilnosti
- donošenje odluka za preduzimanje neophodnih upravljačkih aktivnosti
- analiza dijagnostičke informacije
- prikazivanje i pohranjivanje informacija o nepravilnostima za procese planiranja i terminiranja održavanja.

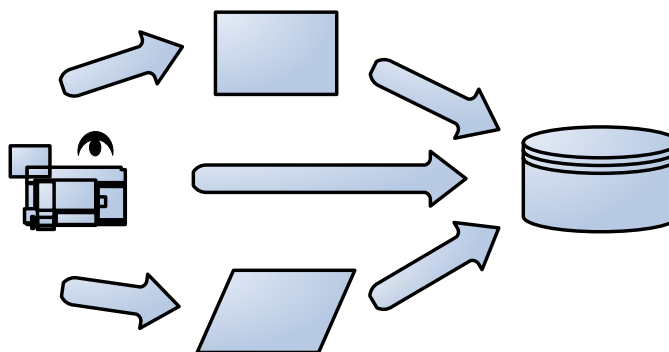
Podsistem za održavanje i dijagnozu treba da vrši dijagnozu:

- glavnih karakteristika sistema (prenosni mehanizam, osovina motora, ležajevi)
- karakteristika vezanih za pomoćno kretanje (uređaji za pomoćno kretanje, servo uređaji)
- pomoćnih mehanizama (paletizacija, promena alata, sistem za hlađenje i podmazivanje)
- sistema za transport materijala
- sistema za upravljanje uključujući CNC, PLC i glavnu upravljačku jedinicu

Potrebno je analizirati vibracije, temperature, stanja ulja i maziva, karakteristike napona motora, vršiti dinamičke analiza stanja, pratiti curenja i debalans sistema.

Postoje dva različita načina nadgledanja: pasivno (zahtev-odgovor) i aktivno (slanje-primanje). Pasivni način nadgledanja isključuje bilo kakav vid mehanizam za slanje upozorenja. Zahtev dolazi od upravljačke jedinice u slučaju potrebe za specifičnom informacijom i na njega se šalje odgovor. Aktivno nadgledanje podrazumeva mehanizam za slanje upozorenja u zavisnosti od zadatih parametara od strane upravljačke jedinice i ta informacija se prosleđuje ka svim unapred definisanim adresama.

Modul za dijagnostiku, kao što je već rečeno, može da vrši i funkciju podsistema praćenje proizvoda u eksploataciji. Iz ovog razloga vrlo je važno pored toga kako se vrši akvizicija podataka i to kako se vrši njihovo pohranjivanje i razmena. Jedini pravi način pohranjivanja je korišćenje baze podataka koja se koristi i za nadgledanje i za samu dijagnostiku. Za pouzdanu dijagnostiku pored podataka o praćenju stanja smeštaju se i podaci o signalima sa kontrolera (CNC/PLC) i rezultati vizuelne kontrole (slika 1).



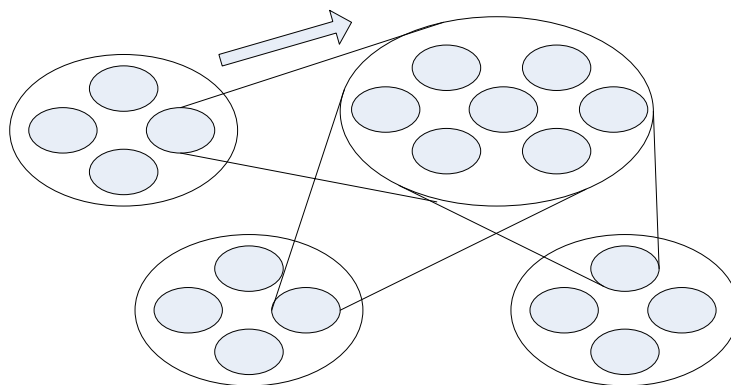
Sl. 1 Model akvizicije podatak u modulu za dijagnostiku

Dalje pravci razvoja su upotreba agenata, ekspertski sistemi za konceptualnu dijagnozu, sistemi za prevazilaženje uzroka kvara, veštačka inteligencija.

3. KONCEPT SISTEMA

Tradicionalni sistemi nemaju mogućnosti da brzo reaguju i da se prilagode promenama. Za posmatrane podsisteme još je značajnije to što ne mogu na pravi način da se reše probleme koji se javljaju u procesu integracije. Potrebno je usvojiti neku od novih teorija za sisteme koji se bave proizvodnjom nove generacije, sa sličnim konceptima i karakteristikama ali sa različitim izvorima: matematičkim za fraktalne fabrike, prirodnim za bioničke sisteme i izvorom iz društvene organizacije za holonske sisteme. Prevedhodno zbog podsistema za praćenje proizvoda u eksploataciji, potrebe za integracijom, problema fizičke alokacije i tendencija uvođenja agenata za potrebe funkcije dijagnostike, na osnovu [3][4][5] holonski sistem je usvojen kao najbolje rešenje.

Holonski sistem (HS) (slika 2) je baziran na holonu kao osnovnoj jedinici. Holon predstavlja autonoman, integralan, otvoren za povezivanje entitet. Jedan holon može da bude i deo drugog holona, tako da može da bude i celina i deo celine. Poštujući CIM-OSA referenti model otvorene arhitekture sistema možemo da uvedemo znak jednakosti, u zavisnosti od funkcije holona, između segmenta ili modula u CIM-OSA modelu i holona u HS modelu.



Sl. 2 Karakteristike holona

Holonska arhitektura je i robusna i dinamična, brzo reaguje na neplanirane događaje i prilagođava se promenama uslova. U poređenju sa centralizovanim sistemima laka je za održavanje, transformaciju i proširivanje tako da odgovara na zahteve koji se javljaju vremenom, potrebe za promenom ili širenjem sistema. Sa gledišta informacionog sistema svaki holon može da se predstavi kao objekat u objektno orjentisanom okruženju.

Koncept holona-podsistema za praćenje proizvoda u eksploataciji je da predstavlja skup holona-podholona. Holone-podholone predstavljaju svi kompleksni mašinski proizvodi, ili njegovi delovi koji imaju funkciju dijagnostike i nadgledanja, koji se nalazi kod kupaca-potrošača i holoni koji imaju funkcije planiranja, nadgledanja, komunikacije, skladištenja informacija, procesiranja informacija, i odlučivanja. Koncept ima prednosti, zbog tretiranja holona kao autonomnih entiteta koji mogu da budu deo više sistema.

Prednosti koje dobijamo implementiranjem holonskog koncepta sistema:

- nezavisnost, parcijalna, od okruženja
- mogućnost egzistiranja u više sistema
- mogućnost vršenja više uloga (dijagnostika, praćenje eksploatacije, nadgledanje)
- razdvajanje i procesiranje informacija
- autonomno donošenje odluka holona (samodijagnostika)

- razvijanje principa veštačke inteligencije
- objektna softversko modeliranje
- implementiranje agenata

Agenti kao nezavisne i autonomne programske ili fizičke jedinice, grupisani u višeagenatske platforme, sposobni za donošenje odluka i delovanje predstavljaju logičan smer razvoja dijagnostike, [6]. Holonska struktura predstavlja prirodno okruženje za njihovu primenu.

4. KONCEPT RAZMENE PODATAKA

Razmena podataka se javlja kao jedan od glavnih izazova u realizovanju holonskih sistema. Postoje standardni formati kako primarno za komercijalne podatke, kao što su EDI (Electronic Data Interchange) formati, primer je EDIFACT i, za razmatranu integraciju značajnije, produkcione podatke, STEP (STandard for the Exchange of Product model data) protokol. STEP standard, ISO 10303 [7], iako je na početku koncipiran za razmenu 3D CAD crteža, vremenom se razvio u sveobuhvatni skup pravila za definisanje, upravljanje i razmenu "proizvodnih" podataka. Kao takav koristi se za neutralni opis podataka i usvaja kao standardni vid definisanja informacija u integrisanom sistemu.

Definisani formati ne mogu u potpunosti da zadovolje probleme komunikacije. XML (eXtensible Markup Language) [8] predstavlja opšte prihvaćeni standard na kome treba da se bazira koncept komunikacije. XML može da opiše svojom strukturom i strukturu informacija odnosno njihov odnos u smislu hijerarhije. Informacija o informaciji i informacija o strukturi u jednom dokumentu.

Primarni razlozi za izbor XML su:

- standardizovan format (koncipiran na SGMLu – ISO 8879),
- široko rasprostranjen i dalje u razvoju,
- mogućnost definisanja sopstvene strukture za smeštanje informacija – XML šeme,
- rasčlanjavanje XML je široko rasprostranjeno i funkcioniše u različitim okruženjima,
- Unikod (Unicode) osnova omogućava kreiranje dokumenta na srpskom latiničnom i ćiriličnom pismu,
- koristi već postojeću strukturu za HTML, sve postojeće internet alate,
- omogućava razmenu bez opasnosti od virusa zbog koncipiranja na tekstu.

Opravdanost koncepta predstavlja i projekat deo 28 u okviru ISO 10303 standarda (reprezentacija STEP podataka u XML-u). Postoji više pristupa, više šema [9][10] definisanja prezentacije STEP fajla u XML formatu. Naveden je jedan primer.

```
<Machining_workplan id="id-4096">
  <Name>A001427</Name>
  <Description>Program start</Description>
  <Consequence>Make part A001427</Consequence>
  <Purpose>Define a sequence of milling operations</Purpose>
</Machining_workplan>
```

5. KONCEPT INFORMACIONOG SISTEMA

Postoje tri glavna pristupa rešavanja problema informacionog sistema:

1. Razvoj potpuno novog rešenja;
2. Razvoj potrebnih modula i implementiranje sa već postojećim standardnim programima;
3. Korišćenje gotovih programskih rešenja (ERP programi).

Prvo i treće rešenje teoretski predstavljaju kvalitetnija rešenja ali iziskuju velike resurse, novčane, vremenske i/ili ljudske. Usvaja se rešenje koje uključuje postojeće standardna softverska rešenja i razvijanje modula na bazi kojih se formira integrisani informacioni sistem.

Informacioni sistem podsistema održavanje i dijagnostika i praćenje proizvoda u eksploataciji treba da zadovolji koncept definisanog holonskog sistema i koncept razmene podataka, XML kao standard.

Na osnovu postavljenih zahteva definiše se troslojna arhitektura. Ceo koncept se bazira na Microsoft programima i samostalno razvijenim modulima. Kao baza podataka se koristi MS SQL 2000. Na aplikacionom nivou se koriste programi Microsoft Share Point Portal 2003 i Microsoft BizTalk Server 2004 i aplikacije razvijene u Visual Studio.Net programu. Na klijentskom nivou se koriste pored standardnih portala, internet portala i aplikacije i uređaji koje imaju izlaz u XML formatu.

6. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Podsistemi održavanje i dijagnostika i praćenje proizvoda u eksploataciji imaju veliki stepen sličnosti. Delokrug aktivnosti, funkcije, sredstva, tehnologije su u mnogim slučajevima iste ili slične. Do izražaja dolazi rešavanje problema uočavanja podudarnosti, razlika, granica i odsustva granica podsistema u procesu realizovanja integrisanog informacionog sistema.

Izbor odgovarajućeg koncepta sistema, holonskog sistema, omogućava lakši razvoj informacionog sistema i njegovo sprežanje. Sistem je distribuiran, fizički alociran, što uslovljava problem u komunikaciji. Radi prevazilaženja problema insistira se na upotrebi neutralnog opisa podataka i komunikaciji baziranoj na XMLu. Integrisani informacioni sistem je koncipiran na bazi troslojne arhitekture sa programskim modulima razvijenim uz korišćenje standardnih softvera.

Sledeći koraci u integraciji i inoviranju podsistema su implementacija agenata, realizovanje potpunog distribuiranog informacionog sistema i primena holonske strukture u celom sistemu.

LITERATURA

- [1] Herman, K., Spasić, Ž., "Tehnologije održavanja i dijagnostike u informacionoj integraciji inovativnog CIM-preduzeća", 28. JUPITER konferencija, 21. simpozijum CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala, Zbornik radova, str 1.49-1.52, Beograd, 2002.
- [2] Herman, K., Spasić, Ž., "Integrisano praćenje proizvoda u eksploataciji – informaciona integracija sa partnerima i kupcima", 29. JUPITER konferencija, 22. simpozijum CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala, Zbornik radova, CD, str 1.5-1.8, Beograd, 2003.
- [3] Tharumarajah, A., Wells, A., Nemes, L., "Comparison of the Bionic, fractal and holonic manufacturing systems concepts", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 1996, Vol.9, n°3
- [4] Bongaerts, L., "Integration of Scheduling and Control in Holonic Manufacturing Systems", PhD thesis, Katholieke Universiteit Leuven, 1998, Belgium
- [5] HMS Consortium Web Site, <http://hms.ifw.uni-hannover.de/>, 2004
- [6] Leitao, P., Restivo, F., "A holonic control approach for distributed manufacturing applications", BASYS 2002, 5th IFIP International Conference on Information Technology for Balanced Automation Systems In Manufacturing and Services, Cancún, México, 25 a 27 de Setembro, 2002, pp. 263-270.
- [7] Spasić, Ž., Tisma, S., Mladenović, I., "Extended Model for CIM/STEP Integration and International Standards", 2nd International Conference on Engineering Design and Automation, EDA '98, Maui-Hawaii, USA, 1998., CD.
- [8] World Wide Web Consortium for XML Web Site, <http://www.w3.org/XML/>, 2004
- [9] Kimber W.Eliot, "XML Representation Methods forEXPRESS-Driven Data", National Institute of Standards and Technology. GCR 99-781. November 1999.
- [10] Shen-Chou Yeh, Chun-Fong You, "STEP-based data schema for implementing product data management system", International Journal of Computer Integrated Manufacturing. vol. 15, no. 1, 1–17, 2002.

K. Herman, Ž. Spasić

INFORMATION INTEGRATION OF SUBSYSTEMS MAINTENANCE AND DIAGNOSTICS AND MONITORING OF PRODUCT BEHAVIOUR IN USE

Abstract: *Integrated information system for maintenance and diagnostics and is based on three-tier architecture with software modules developed on standard CASE tools and standard software. Diagnostics represents the binding component between subsystems. Holonic system is applied, its architecture is backing specifics of subsystem for monitoring of product behaviour in use. Data exchange format is based on XML.*

Key words: information integration, diagnostics, holonic system, XML

30. JUPITER KONFERENCIJA
30th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



17. simpozijum

CAD/CAM

Beograd, april 2004..

CAD/CAM

ALEKSIĆ, V., ARSIĆ, M., ANĐELKOVIĆ, Z. Prilog modeliranju i proračunu opreme pod pritiskom metodom konačnih elemenata	2.14
BERKOVIĆ, I., ĐEKIĆ, V. Primena kompjuterske grafike za virtuelno 3d predstavljanje odevnih predmeta i ljudi.....	2.6
BOJANIĆ, P. Problem segmentacije površina u rekonstrukciji modela ljudske glave	2.22
DAVIDESCU, A., STICLARU, C. The influence of misalignment at working temperature upon function of a face seal	2.43
JARAMAZ, D., RADIŠA, R., ČOVIĆ, N. Primena metoda proračuna vitalnih nosećih struktura.....	2.10
JOKANOVIĆ, S. Sistem za obuku o NURBS geometriji: dio 1 – B-splajn krive linije	2.18
LETIĆ, D., DESNICA, E. Grafičke komunikacije i mrežna podrška konstruisanju.....	2.39
POPOVIĆ, M., SLAVKOVIĆ, R., JUGOVIĆ, Z. Unapređenje procesa projektovanja alata za brizganje plastike primenom savremenih CAD sistema....	2.35
SEKULIĆ, S. Pouzdanost koja odgovara srednjem vremenu bezotkaznog rada.....	2.1
SLAVKOVIĆ, R., MILIĆEVIĆ, I. Metodologija projektovanja tehnologije izrade konusnih noževa za pripremu papirne mase	2.31
ŽIVKOVIĆ, S. Mašinska obrada na solidima	2.27
VASIĆ, Ž. Parametrasko projektovanje tehnologije u cad/cam sistemima	2.47

[← NAZAD](#)



SAVA SEKULIĆ¹

POUZDANOST KOJA ODGOVARA SREDNJEM VREMENU BEZOTKAZNOG RADA

Rezime

Na osnovu opsežnih ispitivanja otkaza reznih alata uočeno je da srednjem vremenu bezotkaznog rada odgovara pouzdanost odn. nepouzdanost od 50 %. U radu je pokazano da to nije slučajno i da se na direktniji način može odrediti srednje vreme bezotkaznog rada analitički ili sa grafika.

1.0 UVOD

Polazeći sa verovatnosnih pozicija srednje vreme bezotkaznog rada može se odrediti na osnovu praćenja otkaza u vremenu

Stanje objekta posmatranja u vremenu može se opisati prostom funkcijom stanja

$$x(T) = \begin{cases} 1 & \text{objekat u radu} \\ 0 & \text{objekat u otkazu} \end{cases} \quad (1)$$

Vreme otkaza na objektu posmatranja nije konstantno, već predstavlja slučajnu veličinu koju možemo prognozirati, ako znamo parametre funkcije raspodele i/ili približno - računski ili grafički.

Ako je poznata funkcija raspodele $F(t)$ to je pouzdanost

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (2)$$

jer je

$$R(t) + F(t) = 1 \quad (3)$$

Frekvencija otkaza definiše se kao

$$f(t) = dR(t)/dt \quad (4)$$

a intenzitet otkaza

$$\lambda = f(t)/R(t) \quad (5)$$

Srednje vreme bezotkaznog rada po definiciji glasi

$$T_m = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (6)$$

a kada je u pitanju Weibull-ova raspodela određuje se preko gama funkcija

$$T_m = \eta \Gamma(1 + 1/\beta) \quad (7)$$

Za diskretne sisteme, ako se posmatra ukupno N objekata i ako je nakon isteka vremena t $N(t)$ broj objekata u radu, a $n(t)$ njihov broj u otkazu, onda se pouzdanost može izraziti

$$R(t) = N(t)/N = [N - n(t)]/N = n(t)/N \quad (8)$$

a nepouzdanost

¹ Dr Sava St. Sekulić, dipl. maš. inž., redovni profesor, Institut za industrijsko inženjerstvo i menadžment, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 21000 Novi Sad, Trg D. Obradovića 6, Tel.:(021) 350-122/128, E-mail: savast@iis.ns.ac.yu

$$F(t) = 1 - R(t) = [1 - N(t)/N] = [N - n(t)]/N = n(t)/N \quad (9)$$

Frekvencija otkaza iznosi

$$f(t) = \Delta n / \Delta t \quad (10)$$

gde je Δn broj otkaza u intervalu Δt , a intenzitet otkaza

$$\lambda = \Delta n / N(t) = f(t) / R(t) \quad (11)$$

Srednje vreme bezotkaznog rada iznosi

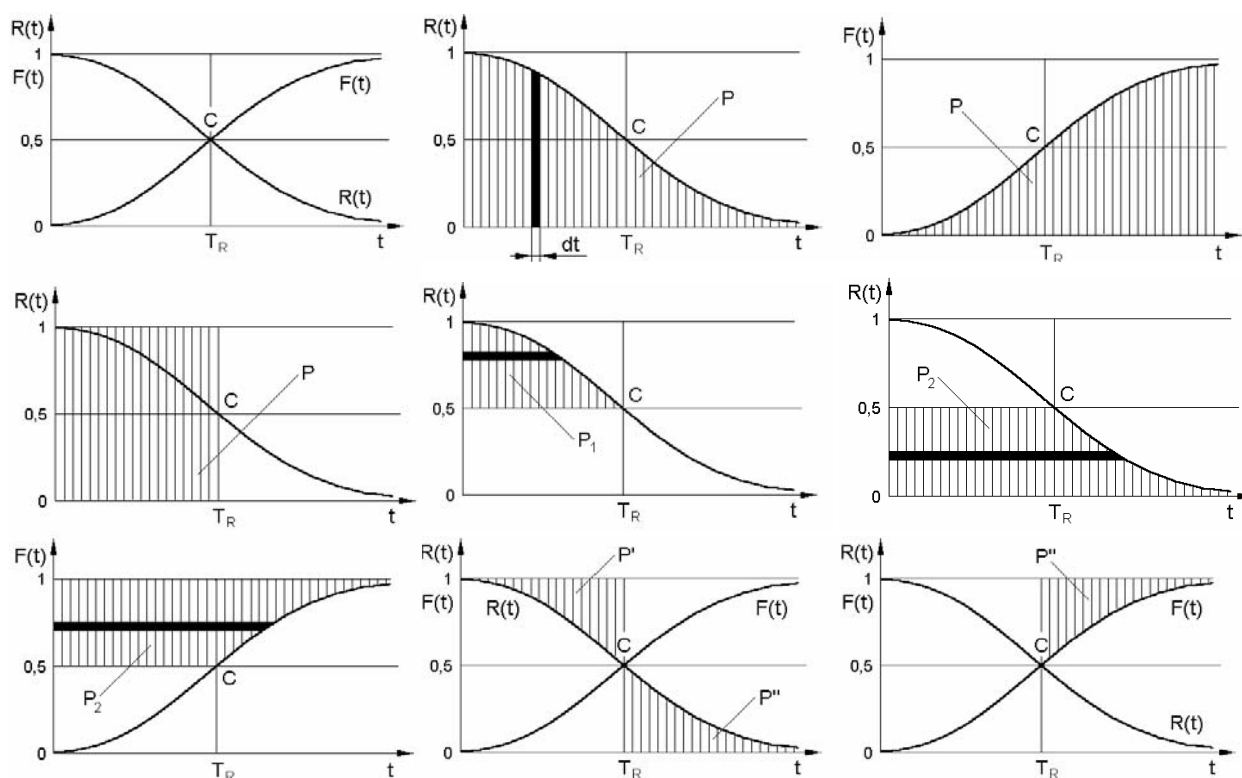
$$T_m = (1/N) \sum \Delta n [(t_{i-1} + t_i)] / 2 = \sum \Delta n t_{im} / N \quad (12)$$

gde je t_{i-1} vreme na početku a t_i na kraju i -og intervala, odn. t_{im} vreme u njegovoj sredini.

2.0 POUZDANOST $R(t) = 0,5$ ODGOVARA SREDNJEM VREMENU BEZOTKAZNOG RADA

Na osnovu velikog broja obradjenih podataka o otkazima uočeno je da srednjem vremenu bezotkaznog rada odgovara pouzdanost odn. nepouzdanost $R(t) = F(t) = 0,5$ (videti Dodatak na kraju rada). Polazeci od te činjenice potvrđeno je odgovarajuće teorijsko objašnjenje

Na slici *Sl. 1* predstavljene su promene pouzdanosti $R(t)$ i nepouzdanosti $F(t)$ u funkciji vremena.



Sl. 1.

Srednje vreme bezotkaznog rada, kao što je ranije predočeno, iznosi

$$T_m = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (6)$$

i predstavlja površinu ispod krive $R(t) = f_1(t)$, a uzimajući u obzir izraz (3)

$$T_m = \int_0^1 t dF(t) dt \quad (13)$$

ali i površinu pravougaonika

$$P = T_m \cdot I \quad (14)$$

Površine omeđene krivim llinijama $R(t) = f_2(t)$ i $F(t) = f_3(t)$ su jednake iz uslova komplementarnosti (3) i za potrebe analize podelićemo ih na dva dela - iznad i ispod horizontale $R(t) = F(t) = 0,5$.

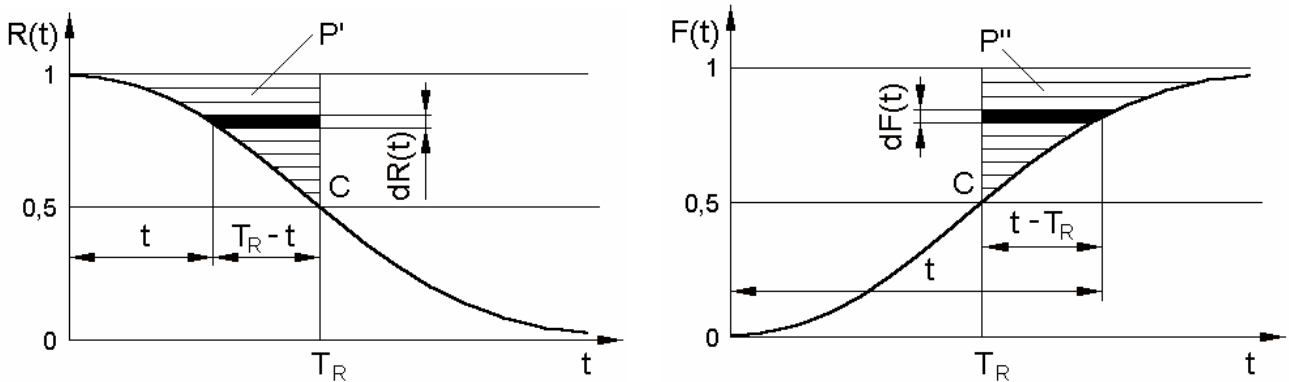
Površina iznad horizontale $R(t) = F(t) = 0,5$ iznosi

$$P_1 = \int_0^{0,5} R(t) dt \quad (15)$$

$$P_2 = \int_0^{0,5} t dR(t) = \int_0^{0,5} t dF(t) = -\int_0^{0,5} t dR(t) \quad (16)$$

jer se nakon diferenciranja (3) dobija da je

$$dF(t) = -dR(t) \quad (17)$$



Sl. 2.

Zadovoljenje izraza (7) uslovljava da je

$$P' = P'' \quad (18)$$

Sa slike Sl 2 sledi da je

$$P' = \int_0^{0,5} (T_m - t) dR(t) \quad (19)$$

i

$$P'' = \int_0^{0,5} (t - T_m) dF(t) \quad (20)$$

uzimajući u obzir (8) konačno dobijamo

$$P'' = \int_0^{0,5} (t - T_m) (-dR(t)) = \int_0^{0,5} (T_m - t) dR(t) \quad (20')$$

i zaključujemo da je zaista $P' = P''$ pa operema tome i

$$T_{R=0,5} = T_m \quad (21)$$

tj. da srednjem vremenu bezotkaznog rada odgovara pouzdanost odn nepouzdanost $P(t) = F(t) = 0,5$.

Prema tome srednje vreme bezotkaznog rada može se odrediti analitički na osnovu funkcije raspodele otkaza ili grafički sa grafika $R(t) = f_2(t)$ odn. $F(t) = f_3(t)$ ili sa verovatnosnih papira pojedinih funkcija raspodele.

Polzeci od Weibull-ove funkcije raspodele, koja najčešće nalazi primenu pri analizi pouzdanosti tehničkih sistema

$$F(t) = 1 - \exp(-t/\eta)^\beta \quad (22)$$

nakon logaritmovanja i rešavanja po vremenu dobijamo

$$t = \eta [-\ln(1 - F(t))]^{1/\beta} \quad (23)$$

za $F(t) = R(t) = 0,5$ je $t = T_{R=0,5} = T_m$ pa zamenom dobijamo

$$T_m = \eta [-\ln(1 - 0,5)]^{1/\beta} \quad (24)$$

ili konacno

$$T_m = \eta (0,6931472)^{1/\beta} \quad (24')$$

Kao što je poznato za $\beta = 1$ (9) se transformiše u eksponencijalnu raspodelu

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t) \quad \text{gde je} \quad \lambda = 1/\eta \quad (25)$$

a za $3 \leq \beta \leq 4$ približno odgovara *normalnoj*, a za $\beta \approx 2$ *log-normalnoj* (Rayligh-jevoj) raspodeli.

3.0 ZAKLJUČAK

Na osnovu napred izloženog sledi zaključak

- - da srednje vreme bezotkaznog rada odgovara pouzdanosti odn. nepouzdanosti $R(t) = F(t) = 0,5$ i ne zavisi od oblika funkcije raspodele
- - kada je poznata funkcija raspodele srednje vreme bezotkaznog rada može se odrediti analitički,
- - za diskretne pojave prikladno je određivanje srednjeg vremena bezotkaznog rada sa grafikama $F(t) = f_3(t)$ ili sa verovatnosnih papira.

LITERATURA

1. Todorović, J., Zelenović, D., Efektivnost sistema u mašinstvu, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
2. Kececioglu, D., Reliability Engineering Handbook, Vol. 1 & Vol. 2, PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.
3. Sekulić, S., Metodologije za određivanje pouzdanosti reznog alata, Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, br. 14, 1083, Novi Sad.
4. Sekulić, S., Grafoanalitički i grafički postupak obrade podataka pri određivanju pouzdanosti alata, Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, br. 15, 1984, Novi Sad.
5. Sekulić, S., Bogižević, S., Metodologije za određivanje pouzdanosti reznog alata podržane računom, Tribologija u industriji, god. XVII, br. 3, 1995, 86 - 91.
6. Sekulić, S., Nikolić, B., Influence of Cutting Tool Condition Elements on Cutting Tool Reliability function Parameters in Turning, Proc. CD-ROM 16th International Conference on Production Research ICPR – 16, July 2001., Prague, Czech Republic, 2001, Contribution No 0019, P097.
7. Sekulić, S., Uticaj elemenata režima obrade na parametre funkcije pouzdanosti pri obradi na strugu, Zbornik radova CD-ROM 29. Savetovanja proizvodnog mašinstva Jugoslavije, 19.-20. sept. 2002., Beograd, 2002.
8. Sekulić, S., Nikolić, B., Primena verovatnosnog prilaza pri prognozi performansi reznog alat, Zbornik radova 8. Internacionalna konferencija o tribologiji, Beograd, 8. – 10. okt. 2003., Beograd, 2003., 357 – 362.

RELIABILITY WHICH CORRESPONDING OF MEAN TIME TO FAILURE

Abstract

On the basic of large experimental date processing, mean time to failure related with reliability or unreliability 50% is not coincidence end we can on more directly way determine mean time to failure analitical or from graphics.

DODATAK

U cilju odredjivanja promene srednjeg vremena bezotkaznog rada reznog alata T_m i pouzdanosti $R(t)$ koja joj odgovara vešana su opažanja otkaz alata pri obradi na strugu, u realnim proizvodnim uslovima, pri različitim režimima obrade, na operaciji: struganje, spolja, uzdužno, predhodno-završno, pri obradi košuljica cilindra motora "Perkins", tip M3. Varirano je 25 različitih režima obrade (5 različitih brzina rezanja v i 5 različitih pomaka s , u kombinaciji svaki sa svakim. Grafoanaklitičkom obradom podataka određeni su parametri Weibull-ove raspodele β i η i na osnovu njih srednje vreme bezotkaznog rada $T_m = \eta \Gamma(1 + 1/\beta)$, pouzdanost koja mu odgovara $R(T_m) = \exp(-T_m/\eta)^\beta$ i vreme $T_{R=0,5}$ koje odgovara pouzdanosti odn. nepouzdanosti $R(t) = F(t) = 0,5$. Navedeni podaci svrstani su u tablici T. 1.

Tablica T.1

Procenjene vrednosti parametara $\hat{\beta}$ i $\hat{\eta}$ i srednjeg vremena bezotkaznog rada \hat{T}_m i $\hat{T}_{R=0,5}$

		(n, ob/min)	(160)	(200)	(250)	(315)	(400)
		v, m/min	47,226	59,03	73,79	92,98	118,06
s, mm/ob	0,8	β η	1	2	3	4	5
		\hat{T}_m	3,0 600	3,1 320	3,3 158	2,9 70	3,65 38
		$R(T_m)$	535,8	286,1	141,7	62,4	34,3
		$\hat{T}_{R=0,5}$	0,49	0,49	0,50	0,49	0,50
			531,0	284,3	141,4	61,7	31,0
	1,0	β η	6	7	8	9	10
		\hat{T}_m	3,28 290	3,07 132	2,48 65	3,2 31,8	3,65 14
		$R(T_m)$	260,1	118,0	57,7	28,5	12,6
		$\hat{T}_{R=0,5}$	0,50	0,49	0,48	0,50	0,50
			259,3	117,2	56,1	28,4	16,7
	1,2	β η	11	12	13	14	15
		\hat{T}_m	2,72 170	2,76 80	2,72 37,5	2,75 19	1,6 8
		$R(T_m)$	151,8	71,2	33,3	16,9	7,2
		$\hat{T}_{R=0,5}$	0,48	0,48	0,48	0,48	0,43
			148,6	69,9	32,8	16,6	6,4
	1,4	β η	16	17	18	19	20
		\hat{T}_m	2,91 118	3,0 57	3,0 28	3,0 12,5	1,9 5,5
		$R(T_m)$	105,0	50,9	25,0	11,2	4,9
		$\hat{T}_{R=0,5}$	0,49	0,49	0,49	0,49	0,45
			104,0	50,5	25,8	11,1	4,5
1,6	β η	21	22	23	24	25	
	\hat{T}_m	3,54 89	3,2 40	1,62 17	2,01 8	1,4 3,5	
	$R(T_m)$	80,1	35,8	15,2	7,1	3,2	
	$\hat{T}_{R=0,5}$	0,50	0,50	0,43	0,46	0,42	
		80,3	35,7	13,6	6,7	2,7	



I. Berković¹, V. Đekić¹

PRIMENA KOMPJUTERSKE GRAFIKE ZA VIRTUELNO 3D PREDSTAVLJANJE ODEVNIH PREDMETA I LJUDI

REZIME

Simulacija tekstilnih materijala i ljudskog tela je jedno od najznačajnijih polja istraživanja primene kompjuterske grafike u odevnoj industriji. Sveobuhvatni cilj je razvijanje metoda za tačno virtuelno 3D drapiranje odeće, uzimajući u obzir osobine i ponašanje materijala na digitalizovanom, animiranom 3D modelu ljudskog tela. 3D virtuelno predstavljanje proizvoda i potrošača olakšava mnoge poslovne procese uključujući dizajn, razvoj proizvoda, marketing, proizvodnju i prodaju.

UVOD

Automatizacija, globalizacija, širenje tržišta i povećani uticaj trgovine su usloveli da je ponuda tekstilnih proizvoda daleko nadmašila tražnju. Dostupnost veoma jeftinih, kvalitetnih odevnih proizvoda na tržištu je stvorila klimu borbe između proizvođača unutar odevne industrije i doprinela povećanoj izbirljivosti na strani tražnje.

Masovna industrijska proizvodnja ne može da ostane konkurentna plasirajući samo standardizovane proizvode i usluge. Da ona nema rešenje za postizanje potpunog zadovoljstva potrošača ukazuje visok procenat - preko 50% [1], potrošača koji odevne predmete kupljene u prodavnicama moraju da prepravljaju. Ali, oni ne samo da nisu zadovoljni time kako im stoji odeća, već ni dostupnim stilovima, krojevima, materijalima,...

Dodatni pritisak na proizvođače stvara trgovina. Prema podacima, u Velikoj Britaniji od deset uzoraka odevnih predmeta koje proizvođači ponude trgovinama najviše tri se realizuje i nađe na policama prodavnica [2].

Izrada prototipa u odevnoj industriji je skupa. Da bi se odgovorilo svim zahtevima na strani tražnje neophodno je uključiti i druge učesnike u lancu proizvodnje tekstilno-odevnih proizvoda: počev od proizvođača vlakana i prediva, preko izrade tekstilnih materijala, do doradnih procesa.

Prenošenje nekih faza u nastanku odevnih proizvoda, kao što su dizajn i razvoj proizvoda i izrada prototipa, iz realnog u virtuelno okruženje bi proizvođačima omogućilo značajnu uštedu materijala i vremena. Stoga mnoga preduzeća koja se bave izradom odeće kao jedan od načina približavanja kupcima i njihovog vezivanja za sebe vide u tehnologijama za virtuelno 3D (trodimenzionalno) predstavljanje odevnih predmeta i ljudskog tela.

¹ Prof. dr Ivana Berković, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", tel. 023/550-570, berkovic@tf.zr.ac.yu
Asistent pripravnik, Vera Đekić, dipl. inž., Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", vera@tf.zr.ac.yu

U VIRTUELKOM SVETU ODEVNE INDUSTRIJE

Prelazak iz stvarnosti u 3D virtuelnu realnost je započeo prikazivanjem odeće na virtuelnim manekenima koji mogu da se rotiraju za 360 stepeni, kako bi se omogućio kompletan prikaz odevnog predmeta. Manekeni su simulirani prema unetim osnovnim karakteristikama potrošača, kao što su visina, telesna težina, oblik lica, boja kose i frizura. Kasnije su dobili na preciznosti unošenjem tri telesne mere: obima bokova, struka i grudi.

Prvi virtuelni prikazi odeće su ignorisali mehanike tkanine. Predstavljali su bukvalne 3D oblike odevnih predmeta i bili više nalik plastičnim skulpturama. Kasnije su u obzir uzete osnovne vrste tekstilnih materijala, bez specifičnosti koje proizilaze iz strukture, težine ili obrade. Na primer, platno za košulju, pamučna žersez pletenina ili pamučna teksas tkanina su imale iste virtuelne karakteristike [3].

Spoljašnjost, ali još više fizička udobnost i specifični stav potrošača o tome kako mu odeća stoji utiču na proces donošenja odluka pri kupovini odevnih predmeta. Zbog toga tačno predstavljanje mehanike tekstilnih materijala u 3D virtuelnim odevnim proizvodima u odnosu na digitalizovanu formu koja predstavlja oblike i kinematiku ljudskog tela za cilj ima postizanje vizuelnih efekata koji kod potrošača mogu da stvore osećaj usklađenosti fizičkih karakteristika tela i dizajna odevnog predmeta, poput onog koji stiču isprobavanjem odeće u prodavnici.

Pošto je isprobavanje odevnog predmeta jedini način da se oceni zadovoljstvo potrošača, uzimajući u obzir i fizičke i psihološke elemente odevanja, glavni zahtevi koji se moraju ispuniti da bi se postigli prethodno navedeni ciljevi su:

- poboljšanje vizuelizacije, odnosno 3D prikazivanja proizvoda,
- personalizacija karakteristika virtuelnih manekena i
- animirano predstavljanje odevnih predmeta i manekena.

Razvoj uspešnog virtuelnog 3D prikaza odevnih predmeta i manekena zahteva blisku saradnju eksperata u procesima konstrukcije krojnih delova i razvoja mehaničkih osobina odeće, obrade 3D podataka i modelovanja u virtuelnom 3D okruženju.

Virtuelni manekeni

Pojavom prvih komercijalno isplativih skenera za ljudsko telo je rešen problem nemogućnosti virtuelnog manekena da predstavi telo konkretnog potrošača. Gustina, preciznost i potpunost skupa tačaka su parametri koji određuju kvalitet 3D prikaza ljudskog tela koji je dobijen skeniranjem. Dodatnom obradom podataka, tzv. modelovanjem tela, formiran je digitalnih model ljudskog bića - Avatar.

Odevni predmeti koji dobro izgledaju na statičnom manekenu, ne moraju te osobine da zadrže i na stvarnom ili virtuelnom telu u pokretu. Tehnologija Avatara je omogućila da se započne sa razvijanjem algoritama za simulaciju kretanja digitalnih modela - animiranje virtuelnih likova i animirano prikazivanje odevnih proizvoda. Avatar kao virtuelni potrošač ili virtuelni maneken mora biti u stanju da, usvajajući položaj za položajem, koji nalikuju normalnom ljudskom kretanju, odnosno specifičnom kretanju manekena na modnoj pisti, prikaže one karakteristike odevnog predmeta koje su od značaja pri kupovini.

Virtuelni odevni proizvodi

Proizvodnja odeće je bazirana na korišćenju dvo-dimenzionalnih krojnih delova koji se kroje od ravne tkanine i šivenjem formiraju trodimenzionalni odevni predmet.

Tehnologija virtuelnog 3D prikazivanja odevnih predmeta i ljudi omogućava da polazište bude digitalni lik konkretnog potrošača. Virtuelnim "obavijanjem" tekstilnog materijala oko digitalnog modela ljudskog bića dobija se trodimenzionalni odevni predmet sa koga se izdvajaju dvodimenzionalni krojni delovi.

Kombinacije na jednom odevnom predmetu su ogromne. Odevni predmeti se lako mogu transformisati: suknje istog kroja od pamučne, vunene ili svilene tkanine, jednoboje, karirane ili sa štampanim dezenom, ne izgledaju isto, ne ponašaju se isto pri upotrebi i ne ostavljaju isti vizuelni efekat.

Zahtevi u virtuelnom trodimenzionalnom prikazivanju odeće se odnose na realistično prikazivanje:

- tekstura - specifičnih površinskih efekata nastalih u procesu izrade (reljefna površina tkanina i pletenina stvorena preplitanjem osnove i potke ili savijanjem niti prediva) i kvaliteta proisteklih iz različitih sirovinskih sastava i doradnih procesa na tekstilnim materijalima,
- deformacija strukture tekstilnih materijala, nastalih kao posledica njihovih mehaničkih osobina, koje se ispoljavaju pri upotrebi kada se prilagođavaju oblicima individualnog ljudskog tela,
- deformacija efekata bojenih žica ili štampanih dezena usled drapiranja materijala i
- vizuelnih efekata koji proizilaze iz izgleda, kao što su dva sloja tkanine (našiveni džepovi i patne, porubi, šavovi,...), i kroja odevnog predmeta.

Baze podataka

3D virtuelno predstavljanje odevnih predmeta i ljudi ima za cilj:

- da se prikaže realističan izgled odeće pre njene fizičke izrade, uzimajući u obzir karakteristike kao što su usklađenost kroja odevnog predmeta i građe tela ili mehaničke osobine tekstilnih materijala i
- da se simuliraju iskustva viđenja, dodira i osećaja koja potrošači mogu da dobiju isprobavanjem odeće u prodavnicama.

Raznovrsnost odevnih predmeta i velike mogućnosti njihovih varijacija zahtevaju postojanje velikih baza podataka koje obuhvataju:

- vrste odevnih predmeta (pantalone, kaput, rukavice, kupaći kostim,...),
- krojeve i stilove (običan ili ranglan rukav, rukav za košulju ili sako, rukav iz jednog ili dva dela, ...),
- vrste sirovina (lan, moher, polipropilen, svila,...)
- mehaničke karakteristike tekstilnih materijala (jačina, istegljivost, gustina žica,...),
- vrste tekstilnih materijala (prediva, tkanine, pletenine,...),
- prepletaje tkanina (platno, keper, rips,...) i pletenina (desno-levi, desno-desni, interlok,...)
- vizuelne efekte dorade (štampanje, čupavljenje,...) i
- realno prikazivanje boja.

Podaci o fizičkom izgledu potrošača se čuvaju kao jedinstveni digitalni 3D likovi nastali obradom podataka dobijenih kao rezultat procesa skeniranja. Skup tačaka u u 3D prostoru koji približno leži na površini ljudskog tela koje se skenira se naknadno obrađuje, kako bi se postigla realističnost lika, i softverskim premeravanjima određuju dimenzije tela od značaja za izradu odevnih predmeta.

Izuzev njih čuvaju se i podaci o opštim karakteristikama potrošača koji su bitni za konačan izgled odevnog proizvoda, kao što su pol, starost, stas, uzrast, telesne deformacije ili lične sklonosti.

ZNAČAJ ZA ODEVNU INDUSTRIJU

Najveći rizik u proizvodnji odeće je neprihvatanje odeće od strane potrošača. Oni više ne žele da biraju između ponuđenog, već žele da kupe proizvode koji su odraz njihove životne filozofije, izrađene u skladu sa dimenzijama svog tela i ličnim naklonostima za krojeve, boje, dezene i materijale. Prioritet za odevnu industriju je investiranje u tehnologije koje će omogućiti da se donošenje odluke o izboru šta će se proizvoditi prebaci na same potrošače.

Tehnologije za virtuelno 3D predstavljanje odevnih predmeta i ljudi koje omogućavaju da se odevni predmet vidi i isproba pre nego što nastupi proizvodnja, uključuju i potrošače u proces dizajniranja odeće. Učestvujući u nastanku proizvoda oni mogu sami da izaberu, izmene ili ponude dizajn za nove odevne predmete koji će se realizovati.

Procena kvaliteta odevnih proizvoda samo na osnovu virtuelnog predstavljanja bez njihovog fizičkog prisustva, olakšava mnoge poslovne procese i rezultira ogromnim smanjenjem troškova, u poređenju sa kreiranjem fizičkih prototipa u pripremi proizvodnje, skraćanjem procesa proizvodnje i smanjenjem broja neispravnih proizvoda.

Na današnjem tržištu su konkurentna samo ona preduzeća koja tačno predvide potrebe potrošača, stoga je krajnji cilj da se razviju interaktivne virtuelne prodavnice odeće, čiji će sastavni deo biti i servisi za savetovanje kupaca u vezi sa pitanjima kombinovanja boja, dezena, materijala, krojeva i usklađivanja izabranih odevnih predmeta i figure. Potrošačima se pruža mogućnost i da sami dizajniraju personalizovanu odeću koja će biti proizvedena u kratkom vremenskom periodu i po, za njih, prihvatljivim cenama.

ZAKLJUČAK

Odevna industrija je značajno polje primene kompjuterke grafike u oblastima virtuelnog 3D dizajniranja odeće i predstavljanja tekstilnih materijala i ljudskog tela.

Prelaskom iz realne u virtuelnu stvarnost odevna industrija ne samo da ostvaruje uštedu materijala i vremena i eliminiše uticaj trgovine, već i uspostavlja bliže veze sa potrošačima, prebacujući na njih donošenje odluke o izboru šta će se proizvoditi.

Ne napuštajući svoje domove, u pauzi između dnevnih obaveza, potrošači biraju, kombinuju, oblikuju i isprobavaju odeću na svom virtuelnom liku, razgledaju stilove i boje, dodaju teksture i dezene. Oni po prvi put mogu da kupuju odeće za sebe bez bojazni da neće izabrati pravi kroj ili boju.

Zavisno od bogatstva baza podataka i složenosti algoritama simulacija, izrada virtuelno dizajnirane odeće može da rezultira realnim odevnim predmetima čija je usklađenost sa specifičnostima konkretnog ljudskog tela viša u poređenju sa industrijski proizvedenom odećom.

LITERATURA

1. *The National Sizing Survey*, www.tc2.com
2. Gray, S., *Virtual realiti in virtual fashion*, Computer Clothing Research Centre at Nottingham Trent University, United Kingdom, www.spectrum.ieee.org
3. *3D Virtual Draping with Fabric Mechanics and Body Scan Data*, National Textile Center, Project No. F02-S08, 2003, <http://www2.ncsu.edu>
4. *A Platform for Fashion Shopping with Individuallized Avatars and Personalized Customer Consulting*, www.fashion-me.com
5. *E-Tilor - Integration of 3D body Measurement, Advanced CAD, and ECommerce Technologies in the European Fashion Industry*, Project No. IST-1999-10549, Information Societies Technology Programme, www.atc.gr/e-tailor
6. Krzywinski, S., Rödel, H., Schenk, A., *Links Between Design, Pattern Development And Fabric Behavior For Clothing And Technical Textiles*, Dresden University of Technology, Dresden, Germany, JTATM, 2001, www.ncsu.edu

APPLICATION COMPUTER GRAPHICS FOR VIRTUAL PRESENTATION OF CLOTHING AND PEOPLE

Simulation of textile materials and human body is one of most significant application fields of computer graphics in clothing industry. General goal is the development of methods for accurate, virtual 3D drapping of clothing by taking into consideration characteristics and behavior of materials on 3D digitalised, animation model of human body. Virtual 3D presentation of products and consumers simplifies many of bussines processes, that includes desing, product development, marketing, production and sale.



Dragana Jaramaz, Radomir Radiša, Nikola Čović¹

PRIMENA METODA PRORAČUNA VITALNIH NOSEĆIH STRUKTURA²

***Rezime:** Pri projektovanju vitalnih komponenti neophodno je razmatrati sve aspekte uključujući geometrijsku analizu, opterećenja, izbor materijala, početno geometrijsko definisanje, globalni i detaljni proračun napona, deformacija, sopstvenih oblika oscilovanja, dinamike strukture na različite pobude, zamor, i drugo. Na bazi predhodnih proračuna vrši se konačno geometrijsko usklađenje. Metodologija proračuna vitalnih struktura zahteva i eksperimentalnu potvrdu, u slučaju jednostavnijih opterećenja, a posebno kada su prisutna stohastička dinamička opterećenja.*

1. UVOD

Rad izlaže deo metodološkog prilaza, koji obuhvata formiranje i izbor pogodnih elemenata mreže, analizu ugiba i napona, kao i opšti prilaz određivanju dinamičkih karakteristika strukture. Prikazan je deo metodološkog prilaza na vitalnoj nosećoj strukturi sa velikim opterećenjima i striktnim zahtevima u pogledu dozvoljenih deformacionih veličina. Nakon izvršenog proračuna usled statičkog opterećenja i sugestija od strane projekatanta unete su promene geometrije vitalne noseće strukture. Izvedeno je poređenje rezultata proračuna početne varijante geometrije i poboljšane varijante geometrije. Geometrija vitalne noseće strukture kod koje se najpovoljniji rezultati statičkog proračuna je ualzni geometrijski oblik za proračun sa odgovarajućim dinamičkim opterećenjem. Takođe dat je opis primenjene metodologije proračuna, sa prikazom karakterističnih tačaka i odgovarajućih rezultata.

Proračuni su urađeni metodom konačnih elemenata, korišćenjem softverskog paketa I-deas Master Series 10NX.

Proračuni su izvedeni sa osnovnim ciljem da se utvrdi deformaciona i naponska slika vitalne noseće strukture u svim varijantama statički zadatih vrednosti sila koje se očekuju tokom eksploatacije. Varijantu modela vitalne noseće strukture koja pokaže najbolje rezultate pri statičkom i dinamičkom proračunu, potrebno je eksperimentalno proveriti u stvarnim radnim uslovima, kao bi se mogla dati preporuka za usvajanje optimalne varijante vitalne noseće strukture.

Početno rešenje vitalne noseće strukture, koje u radu nazivamo **inicijalnim modelom**, je prvi računski model koji je diskretizovan konačnim elementima i dopunjen konturnim uslovima koji simuliraju radne uslove. Na osnovu rezultata proračuna ovog modela, postupno je uveden niz izmena geometrije koje su praćene odgovarajućim proračunima. Rezultati ovih proračuna (preko deset proračuna) doveli su do poboljšane varijante geometrijskog modela vitalne noseće strukture. Ovu varijantu geometrijskog modela konstrukcije u radu nazivamo **poboljšani model**.

Diskretizacija strukture je izvedena pomoću trodimenzionih kvadratnih konačnih elemenata koji omogućavaju uvid u deformaciono i naponsko stanje u svakoj tački konstrukcije. Broj konačnih elemenata različitih geometrijskih modela varira između 80 000 i 100 000 elemenata.

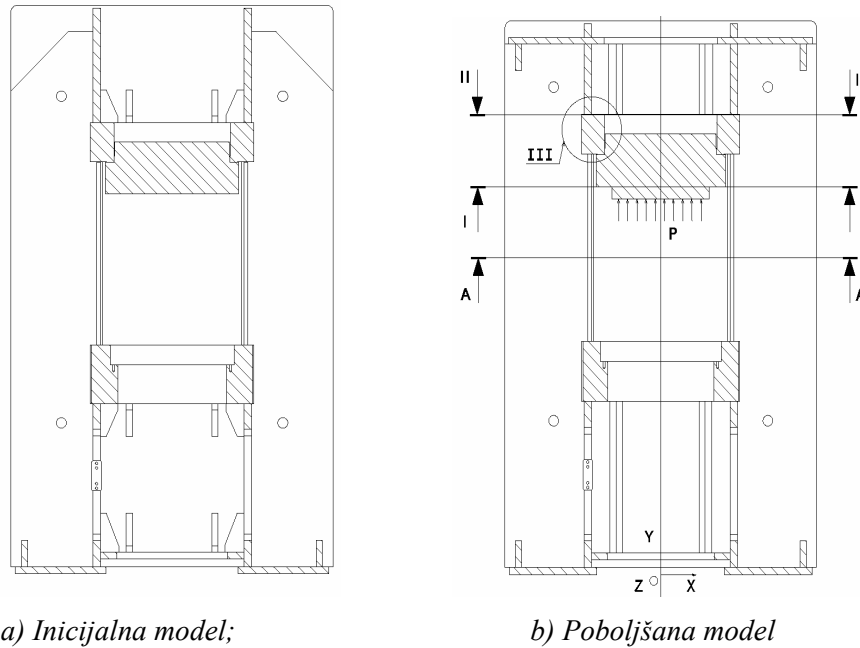
¹ Dr Dragana Jaramaz, dipl. inž., LOLA sistem-LOLA institut, tel. 011/546-423, e-mail: draganaj@lola-ins.co.yu

Radomir Radiša, dipl. inž., LOLA sistem-LOLA institut, tel. 011/546-423, e-mail: rradisa@lola-ins.co.yu

Nikola Čović, dipl. inž., LOLA sistem, tel. 011/2577-545, e-mail: nikola@fmp.co.yu

² Rad je rezultat istraživanja na projektu br. ETR.6.03.0126.B, koji delimično finansira Ministarstvo za nuku i zaštitu životne sredine

2. VARIJNTNA REŠENJA MODELA VITALNE NOSEĆE STRUKTURE I OPTEREĆENJA



Slika 1

Na slici 1a je prikazana inicijalni model vitalne noseće strukture. Na osnovu obavljenih proračuna, došlo se do ideje o poboljšanom modelu vitalne noseće strukture, koji je ojačan i manje ukupne visine. Ta poboljšana varijanta je prikazana na slici 1b. Na poboljšanom modelu izvršeno je ojačavanje tako što je povećana debljina potpornih rebara i horizontalne ploče koja se nalazi na vrhu tela prese. Koordinatni sistem modela, postavljen je tako da y-osa leži u vertikalnom pravcu, usmerena na gore, x-osa horizontalno na desno, a z-osa ka posmatraču.

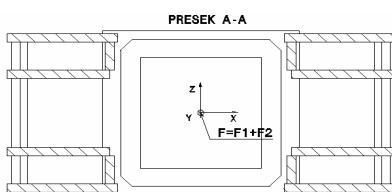
Deformaciono i naponsko stanje vitalne noseće strukture je dobijeno za slučaj konturnih uslova koji simuliraju ponašanje kada su stope vitalne noseće strukture kruto vezane za betonski blok koji "pliva" na vazдушnom jastuku. Pri tome, uticaj betonskog bloka i vazdušnog jastuka nisu uzeti u obzir. Drugim rečima, problem graničnih uslova rešen je sprečenim pomeranjem, u svim pravcima, na donjoj površini stopa tela prese.

Proračun je izveden za najnepovoljnije slučajeve opterećenja, simulacijom u vidu pritiska na odgovarajućim površinama gornje stezne ploče i donje ploče vitalne noseće strukture. Postupak proračuna je izveden za silu koja ima vrednost 6300 kN. Sila je posledica delovanja alata pri prosecanju i nastaje pomeranjem gornjih i donjih pokretnih delova vitalne noseće strukture. U ovim proračunima opterećenje je zadavano kao statičko (nepromenljivo u vremenu).

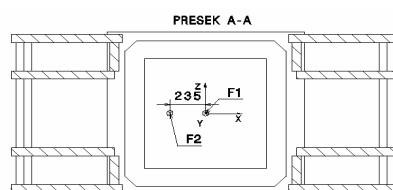
Centrično opterećenje je primenjeno na inicijalnom i poboljšanom modelu, a ekscentrično opterećenje samo na poboljšanom kodelu. Ove varijante opterećenja predstavljaju simulaciju (statičkom silom) opterećenja pri regularnom radu, a zatim i dva ekstremna slučaja ekscentričnog opterećenja koja pri radu mogu nastati.

Opterećenje se sastoji od sopstvene težine vitalne noseće strukture i sile čija vrednost ima tri varijante:

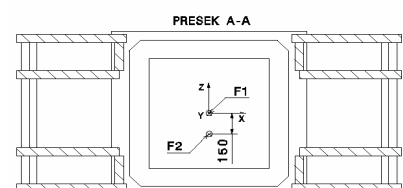
- centrično opterećenje: $F = 6300$ kN (slika 2a);
- ekscentrično opterećenje, pomereno u pravcu x - ose za 235 mm: pri čemu centrično deluje sila $F1 = 4800$ kN, a ekscentrično deluje sila $F2 = 1500$ kN (slika 2b);
- ekscentrično opterećenje, pomereno u pravcu z - ose za 150 mm: pri čemu centrično deluje sila $F1 = 4800$ kN, a ekscentrično deluje sila $F2 = 1500$ kN (slika 2c).



Slika 2a



Slika 2b



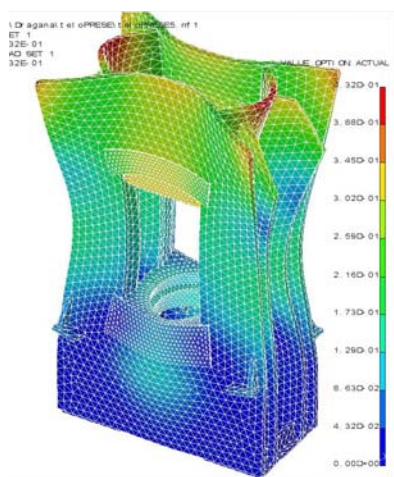
Slika 2c

2. REZULTATI PRORAČUNA INICIJALNOG MODELA

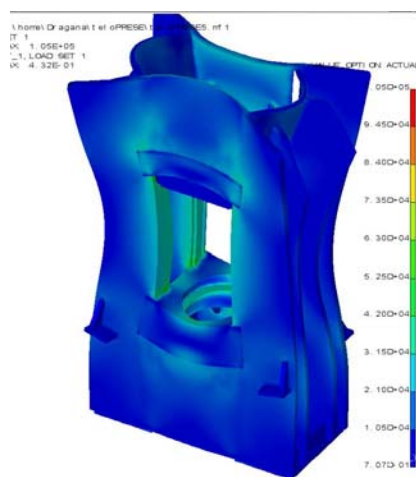
Rezultati proračuna na slikama prikazani su u **mm** (pomeranje), tj. mN/mm^2 (napon). U tekstualnom komentaru i tabelama pomeranje je izraženo u **mm**, a napon u N/mm^2 .

Ukupna deformacija inicijalnog modela prikazana je na slici 3. Maksimalna vrednost pomeranja (pokazana crvenom bojom) iznosi 0,432 mm. Donji deo inicijalnog modela se pri statičkom opterećenju ponaša stabilno, sa veoma malim pomeranjem (vrednosti pomeranja su prikazane plavom bojom i kreću se do 0.0863mm). Gornji deo strukture se deformiše mnogo više (otvara se ka vrhu). Krajevi spoljnih ploča se izvijaju ka spolja, a dva poprečna rebra se znatno savijaju u pravcu z-ose.

Kada se ukupna deformacija rasčlani na pomeranja u pravcu **x**, **y** i **z** ose, opet je uočljivo da je pomeranje u pravcu y-ose malo za donju ploču tela prese (-0.144 mm), ali je znatno na gornjoj ploči (0.328 mm). Ova deformacija je u pravcu delovanja opterećenja, pa je i očekivana. Ono što, međutim, skreće pažnju je znatno pomeranje u pravcu **x** i **z**-osa (preko 0,320 mm u gornjoj polovini strukture).



Slika 3



Slika 4

Von Mises-ov ekvivalentni napon prikazan na slici 4, ima ravnomernu raspodelu po strukturi, sa niskom vrednošću do 21 N/mm^2 . Maksimalna vrednost napona (105 N/mm^2) se pojavljuje na površini gornje ploče strukture na koju se opterećenje sa pokretnih delova direktno prenosi. Vrednost napona u ravni σ_{xx} i σ_{zz} je 80 N/mm^2 , a vrednost napona u ravni σ_{yy} je 156 N/mm^2 .

3. REZULTATI PRORAČUNA POBOLJŠANOG MODELA

Ukupno pomeranje na poboljšanom modelu vitalne noseće strukture (slika 5) dostiže maksimalnu vrednost od 0,316 mm, na gornjoj steznoj ploči. Na slici je uočljivo mirnije ponašanje celog modela u odnosu na deformaciju inicijalnog modela (nema "rascvetavanja" u vrhu tela prese).

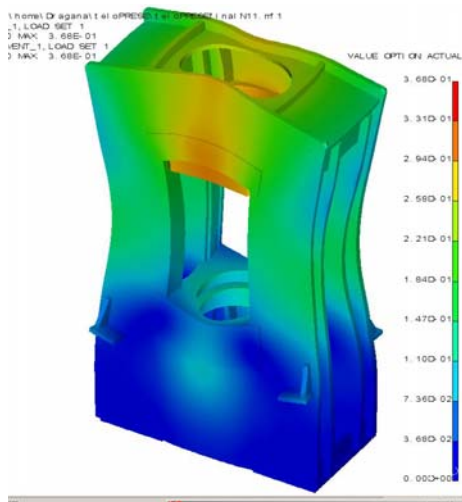
Na slici 5 se vidi da su deformacije u pravcu **x** i **z** ose 0,116 mm, odnosno 0,109 mm, a u pravcu y-ose 0,306 mm. Znači da je deformacija poboljšanog modela, u pravcu **x** i **z** osa tri puta smanjena u odnosu na odgovarajuća pomeranja u inicijalnom modelu.

Von Mises-ova raspodela napona u poboljšanom modelu (slika 6) je ravnomerna i veoma niske vrednosti $33,5 \text{ N/mm}^2$. Skok napona je na mestu oslanjanja gornje stezne ploče na gornju ploču i dostiže vrednost 168 N/mm^2 . Vrednost napona u ravni σ_{xx} i σ_{zz} je ispod 95 N/mm^2 , a vrednost napona u ravni σ_{yy} je 177 N/mm^2 .

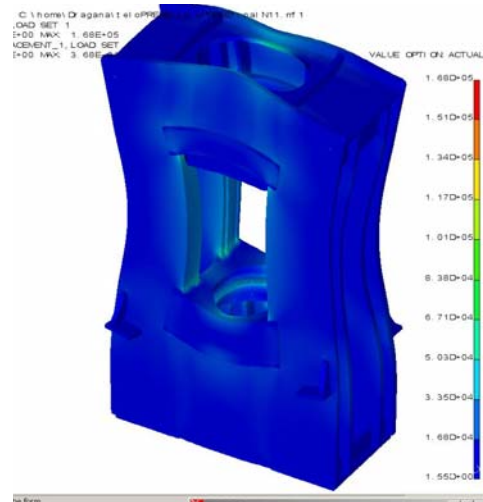
Da bi se vrednosti napona i deformacije protumačili na pravi način neophodno je u analizi rezultata posmatrati određene delove vitalne noseće strukture. Iz rezultata je uočljivo da vrednost napona za oba slučaja konstrukcije nije bitno različita (81 N/mm^2 i $90,3 \text{ N/mm}^2$), ali je bitno da su ove vrednosti napona i za centrično i za ekscentrično opterećenje daleko ispod vrednosti granice razvlačenja izabranog čelika, koja iznosi 248 N/mm^2 .

Za razliku od napona, vrednosti pomeranja, bitno se razlikuju kod inicijalne (0,432mm) i poboljšane varijante (0,316mm).

Karakteristične vrednosti napona i deformacije, pročitane u obeleženim mernim mestama, date su za gornju ploču i gornju steznu ploču. Vrednosti su date za inicijalni model, poboljšani model, poboljšani model sa ekscentritetom opterećenja u pravcu x-ose i poboljšani model sa ekscentritetom opterećenja u pravcu z-ose.



Slika 5

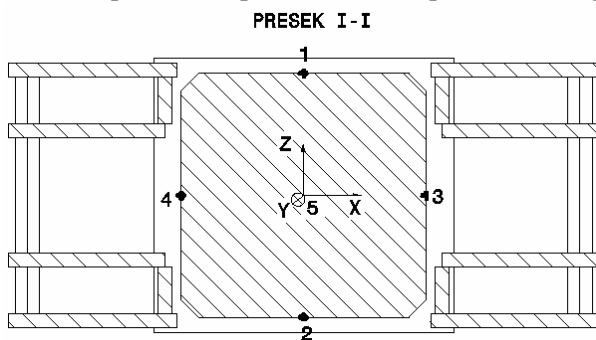


Slika 6

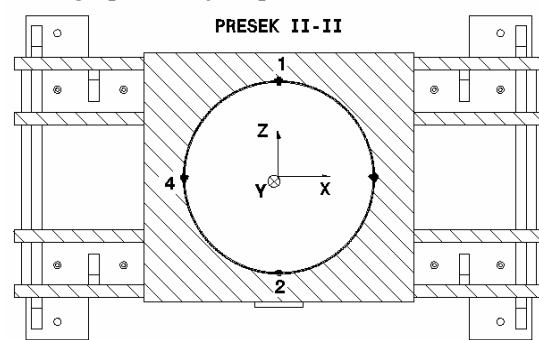
4. KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI POMERANJA I NAPONA

Merna mesta na kojima su očitane vrednosti ugiba i napona, na gornjoj ploči vitalne noseće strukture i gornjoj steznoj ploči iste strukture, prikazana su na slici 7. Na preseku I-I prikazan je raspored mernih mesta na gornjoj steznoj ploči (horizontalna površina sa donje strane), od tačke 1 do 5 (slika 7a). Na preseku II-II prikazan je raspored mernih mesta na gornjoj ploči vitalne noseće strukture (horizontalna površina sa gornje strane), od tačke 1 do 4 (slika 7b).

Ravnost opterećenih površina stezne ploče, za slučaj centričnog opterećenja, iznosi 0,025mm. Ravnost opterećenih površina stezne ploče za slučaj ekscentričnog opterećenja u pravcu x-ose, iznosi 0,110mm. Ravnost opterećenih površina stezne ploče za slučaj ekscentričnog opterećenja u pravcu z-ose, iznosi 0,1mm.



Slika 7a



Slika 7b

4. ZAKLJUČAK

Urađeni statički proračuni omogućili su uvid u deformaciono-naponsku sliku ponašanja inicijalnog modela i ukazali na potrebne promene geometrije koje su izvršene na inicijalnom modelu. Proračuni koji su usledili na poboljšanom modelu, pokazali su da je on statički stabilniji.

Promene geometrije od inicijalnog modela do poboljšano modela dovele su do smanjenja ukupne mase vitalne noseće strukture za 450 kg.

Da bi se pristupilo konačnom usvajanju poboljšane varijante modela, potrebno je prvo uraditi adekvatni dinamički proračun poboljšane konstrukcije sa realnim vrednostima opterećenja i izvršiti analizu dobijenih rešenja. Posebno je potrebno proveriti napone koji će se pri dinamičkom opterećenju javiti u konstrukciji.

APPLICATION OF DESIGN METHODE FOR CRITICAL STRUCTURE

Summary: Design of critical structure requires the all aspect analyses including geometry, applied loads, material selection, preliminary dimensions, global and detail stress, deformation, modal, structure dynamics under different excitation, fatigue, etc. The structure geometry is determined based on these analyses. The stress calculation of critical structure follows the experimental testing including static load as well as complex loads.

V. Aleksić, M. Arsić, Z. Anđelković*

**PRILOG MODELIRANJU I PRORAČUNU OPREME POD PRITISKOM
METODOM KONAČNIH ELEMENATA***Rezime*

U radu je na primeru modeliranja i proračuna strukture rezervoara za tečni ugljen dioksid (TUD) prikazan metodološki pristup proračunu, metodom konačnih elemenata, a u saglasnosti sa metodama definisanim novim i opštim pristupom standardizaciji i tehničkom usaglašavanju za OPP (Pressure Equipment Directive – PE – dokumenti 90/683/EEC i 93/465/EEC). Na osnovu analize dobijenih rezultata proverena je stabilnost elemenata strukture rezervoara, ocenjena su dozvoljena naprezanja, a dati su i predlozi u cilju poboljšanja i optimizacije date strukture.

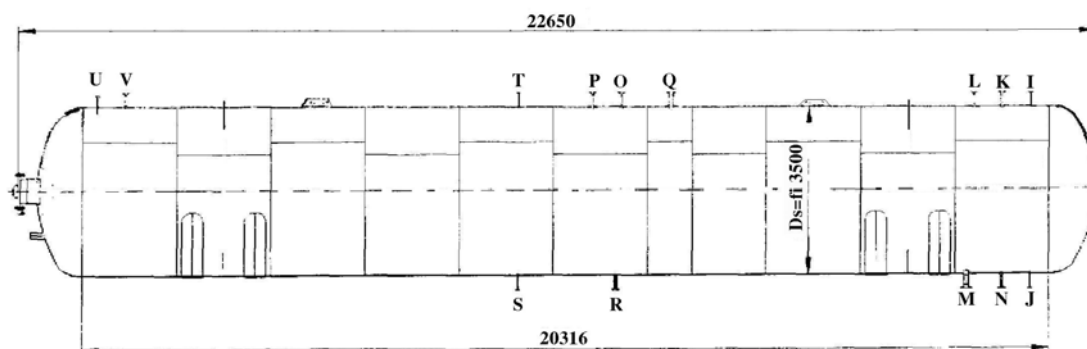
1. UVOD

Oprema pod pritiskom (OPP), sa specifičnostima u projektovanju, izradi, ispitivanju i zahtevima u pogledu bezbednosti mora da bude projektovana na osnovu svih relevantnih uticaja kako bi se obezbedilo da bude bezbedna tokom radnog veka. Dozvoljena naprezanja za OPP moraju biti ograničena mogućim greškama u radnim uslovima, kako bi se potpuno eliminisala neizvesnost koja nastaje od proizvodnje, modela proračuna, stvarnih radnih uslova i karakteristika i ponašanja materijala.

Osnovne preporuke za projektovanje, proračun i izradu noseće strukture rezervoara za TUD su sadržani: u pravilniku "Tehnički propisi i standardi za posude pod pritiskom za tečne atmosferske gasove i tečni ugljen-dioksid", tehničkim uslovima standarda /1,2/, materijalnim podlogama sadržanim u tehničkom opisu i mogućnostima i tehnološkoj opremljenosti proizvođača.

2. OPTEREĆENJA ZA PRORAČUN

Rezervoar zapremine 203 m^3 za smeštaj tečnog ugljendioksida /3/ spada u grupu stabilnih posuda pod pritiskom, horizontalne izrade. Izgled rezervoara i dimenzije dati su na sl.1, a tehničke karakteristike u tab.1. Uzimajući opšte i lokacijske činioce rezervoar spada u klasu II (JUS M.E2.151) posuda pod pritiskom.

Slika 1. Rezervoar za tečni ugljen dioksid zapremine 203 m^3

Za projektovanje OPP za TUD kvalitet materijala posude i priključaka je definisan zahtevima, a vezivanja elemenata strukture je propisano tehnologijom zavarivanja.

*** Adresa autora:**

mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik, dr Miodrag Arsić, naučni saradnik, Zoran Anđelković, dipl.maš.inž.
GOŠA Institut, Milana Rakića 35, Beograd.
tel. 011/413-087, 011/2417-073
e-mail: razvoj@verat.net,
v_aleksic@hotmail.com.

Tabela 1. Tehničke karakteristike rezervoara za TUD

Najveći dozvoljeni radni pritisak	22 bara
Proračunski pritisak, JUS M.E2.250	22 bara
Ispitni pritisak	28.6 bara
Ispitna materija	voda
Temperatura ispitne materije	temperatura okoline
Maksimalna i minimalna temperatura zida	-30 ^{±3} °C
Radni medijum	neotrovan, nezapaljiv, neeksplozivan
Zapremina	203 m ³
Masa prazne posude	41300 kg
Najveća masa punjenja	207470 kg

Kao polazna osnova za određivanje merodavnih opterećenja služe norme koje se odnose na projektovanje, proračun i konstruisanje stabilnih posuda pod pritiskom za tečni ugljen dioksid, definisane standardom JUS M.E2.516, a koje za proračun čvrstoće i stabilnosti posuda za TUD, zavisno od vrste, namene i klase posude, uzimaju u obzir: mirna opterećenja stvorena unutrašnjim pritiskom, dinamička i udarna opterećenja zbog nagle promene pritiska, opterećenja stvorena statičkim pritiskom radne materije, sopstvenom masom posude i masom radne, odnosno ispitne materije, opterećenja izazvana priključnim cevovodima, radnom opremom i izolacijom, opterećenja izazvana vetrom, odnosno seizmičkim potresom, naprezanja izazvana temperaturnim poljima u materijalu, kao i lokalna naprezanja na mestima priključivanja, odnosno oslanjanja.

2.1. Analiza opterećenja kojima je rezervoar izložen u toku svog radnog veka

U svom radnom veku ovaj rezervoar je izložen većini napred navedenih opterećenja, ali su dominantna mirna opterećenja stvorena unutrašnjim pritiskom, opterećenja stvorena statičkim pritiskom radne materije, sopstvenom masom suda i masom radne, odnosno ispitne materije, i lokalna naprezanja na mestima priključivanja, odnosno oslanjanja, kao i opterećenje praznog rezervoara. u trenutku dizanja rezervoara sajlama preko uški u cilju nameštanja na transportno sredstvo i oslonce na mestu eksploatacije. Ostale vrste opterećenja, zbog svog retkog pojavljivanja i malog uticaja na čvrstoću i stabilnost rezervoara nisu uzete u obzir pri proračunu metodom konačnih elemenata.

2.2. Usvojena opterećenje za proračun metodom konačnih elemenata

Za mirno opterećenje unutrašnjim pritiskom, usvojen je ispitni pritisak od 2.86 MPa.

Za opterećenje statičkim pritiskom radne materije, usvojena je kontinualno raspoređena masa maksimalnog punjenja po čitavom rezervoaru od 207470 kg.

Za opterećenje sopstvenom masom posude i masom radne, odnosno ispitne materije, uz istovremeno dejstvo ispitnog pritiska, usvojeno je kontinualno raspoređena masa posude i masa maksimalnog punjenja po čitavom rezervoaru (41300+207470 = 248770 kg i 2.86 MPa).

Lokalna naprezanja na mestima priključaka i oslanjanja rezervoara, su uzeta u obzir realnom geometrijom modela rezervoara, što daje realnije rezultate nego da su ta mesta zamenjena ekvivalentnom debljinom lima, kao što je urađeno u radu /4/, tako da se u okolini svakog priključka i oslonaca za bilo koji slučaj opterećenja može videti raspodela napona i odrediti faktor koncentracije napona.

Za opterećenje izazvano dizanjem praznog rezervoara, usvajeno je opterećenje sopstvene mase rezervoara od 41300 kg.

2.3. Dozvoljene deformacije i naponi

Najveće dozvoljene deformacije, definisane zahtevom iz standarda JUS M.E2.200 da kod primenjenih opterećenja ne smiju postojati trajne deformacije, a u ovom slučaju definisane su izborom materijala za izradu rezervoara. Odabran je fino-zrni, normalizovani čelik, kvaliteta koji je: prema nemačkim normama definisan kao: "Feinkornbaustahle TStE355 Stoff. Nr. 1.0566 - DIN 17102 und DIN 17103" ili prema evropskim normama kao: "Fine grain steels P355NL2 - 1.0566 - EN 10028, Products made of steels for pressure proposes - Part 3: Weldable fine grain steels, normalized". Mehanička svojstva ovog čelika su data u tab. 2.

Tabela 2. Mehanička svojstva materijala TStE355 (P355NL2)

Modul elastičnosti	Poasonov koeficijent	Granica tečenja	Zatezna čvrstoća	Izduženje	Žilavost [J]	
E [Mpa]	ν	R _{eH} [MPa]	R _m [MPa]	Lo=5d [%]	-20 °C	-50 °C
200000	0.3	414-436	574-582	28-30	176-200	50-53

Da bi sve ostalo u granicama elastičnosti i posle prestanka delovanja opterećenja usvaja se minimalni stepen sigurnosti za deformacije i napone $S=1.1$. Pa sledi:

$$\sigma_{\text{doz}} = R_{\text{eH}} / S = 414 / 1.1 = 376 \text{ MPa} \quad (1)$$

$$l_{\text{doz}} = \sigma_{\text{doz}} l / E = 376 \cdot 2265 / 200000 = 4.26 \text{ cm} \quad (2)$$

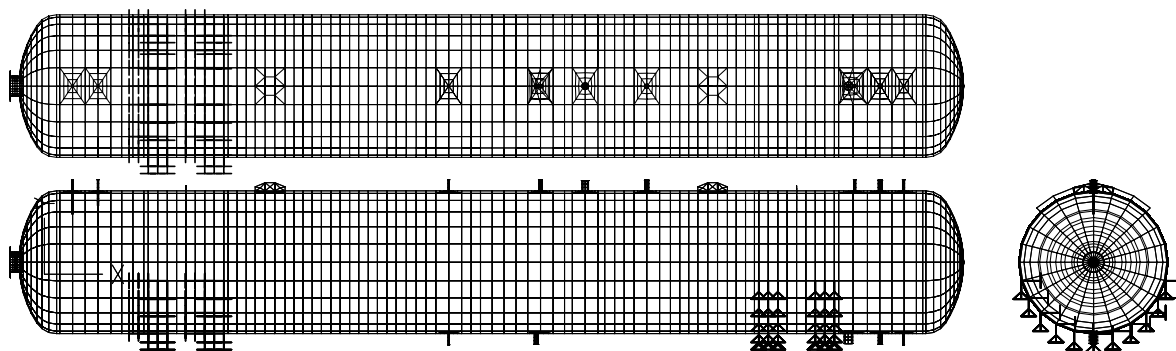
Vodeći računa o postavljenim zahtevima u pogledu opterećenosti strukture rezervoara urađen je proračun metodom konačnih elemenata (MKE).

3. MODEL NOSEĆE STRUKTURE REZERVOARA

Rezervoar se tretira kao prostorna struktura međusobno povezanih elemenata tipa ploče (četvorougane i trougaone) promenljivog poprečnog preseka. Celokupna noseća struktura je svedena na: srednju ravan omotača i prednjeg i zadnjeg dna. Realan geometrijski model je urađen za sve priključke, oslonce i uške sa realnim debljinama. Usvojeni model, sl. 2., ima 3866 čvora i 3952 elemenata tipa ploče. Globalni koordinatni sistem modela usvojen je tako da je koordinatni početak "O" u centralnoj osi rezervoara na početku revizionog otvora, osa "Ox" poklapa se sa centralnom osom rezervoara, osa "Oy" se prostire upravno na centralnu osu rezervoara u pravcu uški, a osa "Oz" se prostire upravno na prve dve ose, čineći sa njima trijedar.

Statički proračun strukture je baziran na standardu koji definiše opterećenja koja se moraju uzeti u obzir pri proračunu čvrstoće i stabilnosti posude.

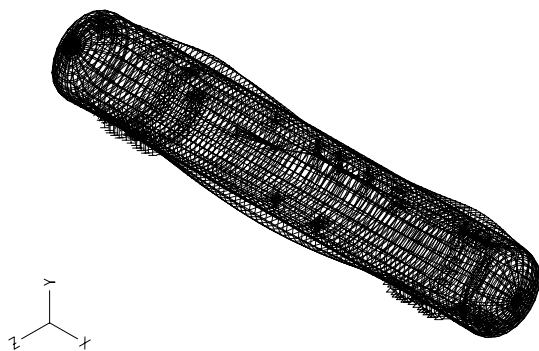
S obzirom da je rezervoar izložen i povremenim dinamičkim opterećenjima čije je delovanje kratko u odnosu na eksploatacioni vek rezervoara nije urađen poseban dinamički proračun strukture. Odgovarajući zaključci su izvedeni iz statičkog proračuna.



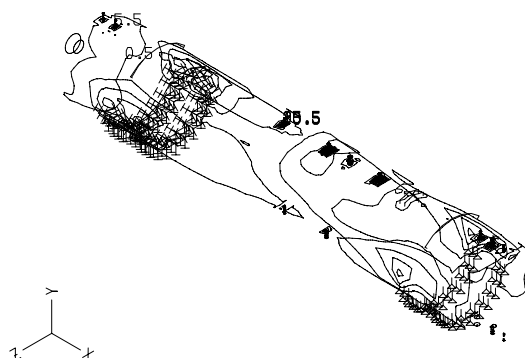
Slika 2 Usvojeni model rezervoara za proračun

4. REZULTATI PRORAČUNA

Proračunom se pokazalo da je najkritičniji slučaj opterećenja opterećenje sopstvenom masom posude i masom radne ili ispitne materije, uz istovremeno dejstvo ispitnog pritiska, pri čemu su ostvarena najveća pomeranja (deformacije) dna rezervoara, ali su u granicama dozvoljenih vrednosti. Pri tome su najveći naponi na mestima oslanjanja i u području priključaka S,T,O,P,Q,R, sl. 1, tj. priključaka koji se nalaze između oslonaca, zbog pojave dodatnog opterećenja izazvanog delujućim momentom savijanja i tu naponi prelaze granicu dozvoljenog napona. Na sl. 3 prikazana su pomeranja (deformacije), a na sl. 4 raspodela napona izazvana ovim slučajem opterećenja.



Slika 3. Deformacije za najkritičniji slučaj opterećenja



Slika 4. Naponi u elementima za najkritičniji slučaj opterećenja od 0 do 400 MPa sa korakom 5

4.1 Analiza stabilnosti elemenata noseće strukture

Elementi koji su izloženi pritisku ili smicanju treba da zadovolje uslove stabilnosti. Stabilnost elemenata plašta proverava se na delu plašta između uški, čija je dimenzija: $h = 2.0$ cm - debljina plašta, $a = 1041.6$ cm - dužina polja, $b = 90.5$ cm - širina polja. Kritični naponi se određuju prema izrazima:

$$\sigma_{kr} = K_{\sigma} \cdot E \cdot \left(\frac{h}{b}\right)^2 \quad \text{i} \quad \tau_{kr} = K_{\tau} \cdot E \cdot \left(\frac{h}{b}\right)^2 \quad (3)$$

Pri odnosu $b/a = 33.5/430.0 = 0.087$ koeficijenti konturnih uslova K_{σ} i K_{τ} za slučaj uklještenih ivica polja plašta iznose $K_{\sigma} = 3.8$ i $K_{\tau} = 8$, a kritični naponi:

$$\sigma_{kr} = 3.8 \cdot 200000 \cdot \left(\frac{2.0}{90.5}\right)^2 = 371.2 \cdot \text{MPa} \quad \text{i} \quad \tau_{kr} = 8 \cdot 200000 \cdot \left(\frac{2.0}{90.5}\right)^2 = 781.4 \cdot \text{MPa} \quad (4)$$

Kritični napon pritiska je nizak i kod ekstremnih opterećenja može se očekivati gubitak stabilnosti oplata u zonama priključaka, dok je kritični napon smicanja visok pa ne može doći do gubitka stabilnosti usled delovanja smicajnih napona.

5. ZAKLJUČAK

Proračun ima opšti karakter i ne bavi se lokalnim vezama, što pretpostavlja dobru vezu između delova plašta međusobno i vezu sa dancima, kao i vezu između priključaka, oslonaca i uški sa plaštom i dancima, tj. pretpostavlja se da su svi zavareni spojevi kvalitetno izvedeni, u skladu sa tehnologijom zavarivanja, kao i da je ostvarena dobra veza rezervoara za oslonce na mestu eksploatacije.

Na osnovu rezultata i analiza naponskog i deformacionog stanja, može se konstatovati da se deformacije nalaze u granicama dozvoljenih kod svih analiziranih slučajeva opterećenja, dok su naponi za kritične slučajeve opterećenja na mestima skoro svih priključaka iznad dozvoljenog, pa je neophodno njihovo ojačavanje u kritičnim zonama (ojačanje debljine 6 mm).

Za kritični napon pritiska kod ekstremnih opterećenja kao što je slučaj opterećenja sopstvenom masom posude i masom radne, odnosno ispitne materije, uz istovremeno dejstvo ispitnog pritiska, može se očekivati gubitak stabilnosti plašta u zonama priključaka, dok je kritični napon smicanja dovoljno visok da ne može doći do gubitka stabilnosti usled delovanja smicajnih napona.

U slučaj opterećenja izazvanog dizanjem praznog rezervoara plašt ne može izgubiti stabilnost, zbog viših kritičnih napona u odnosu na napone koji mogu izazvati nestabilnost.

Opšti zaključak je da metode proračuna moraju potvrditi zahteve po pitanju bezbednosti OPP. Zahtevi bezbednosti se pored proračuna mogu ispuniti I primenom odgovarajućih analiza I ispitivanjem parametara mehanike loma.

LITERATURA

- [1] *JUS Standardi i propisi vezani za proračun, izradu i eksploataciju posuda pod pritiskom,*
- [2] *Pressure Equipment Directive – PED – dokumenti 90/683/EEC i 93/465/EEC*
- [3] Projekat: *PRORAČUN REZERVOARA ZA TUD ZAPREMINE 203 m³, Br.pr.0202/I RP, Institut GOŠA, Beograd, 2002,*
- [4] V.Aleksić, M.Arsić: Modeliranje i metodološki pristup proračunu čvrstoće noseće strukture rezervoara za tečni ugljen dioksid (TUD), 29. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije sa međunarodnim učešćem, Beograd, 19-20.septembar, 2002.

CONTRIBUTION TO MODELLING AND CALCULATION OF PRESSURE EQUIPMENT BY FINITE ELEMENTS METHOD

Summary

This paper presents methodological approach to calculation of tank for liquid carbon dioxide storage by using of finite elements method, in accordance with methods that are defined by new and general approach to standardization and technical improvement of pressure equipment (Pressure Equipment Directive PE – documents 90/683/EEC and 93/465/EEC). Stability of tank structural elements has been verified, permissive stresses have been evaluated, based on analysis of obtained results. Improvements and optimizations of given structure have been suggested.



S. Jokanović¹

SISTEM ZA OBUKU O NURBS GEOMETRIJI: Dio 1 – B-Splajn krive linije

Rezime: U radu je prikazan koncept i data polazna rješenja jednog programskog sistema za obuku u NURBS geometriji. Sistem je interaktivnog karaktera – student, koristeći interaktivne grafičke tehnike, mijenja definicione parametre, a sistem istovremeno prikazuje njihov uticaj na geometriju koju definišu. Cilj je da se učenje NURBS geometrije olakša zaobilazeći detaljno proučavanje složene matematičke teorije.

Resume: The paper presents a concept and exposes some initial solutions of a computer system for NURBS education. The system is ICG oriented – by means of interactive graphic routines student changes definition data but the system simultaneously changes the geometry that is defined upon those data. The goal is a new, simpler way for NURBS education that bypasses deep studying of complex mathematical theories.

1. UVOD

B-splajn geometrija i neuniformna racionalna B-splajn (NURBS) geometrija doživjele su u CAD/CAM aplikacijama, kompjuterskoj grafici i obradi slike veoma široku primjenu. Nema savremenog CAD/CAM sistema koji ne podržava NURBS modele linija i površina, mnogi grafički paketi se bore da preuzmu to područje, a stvari su otišle dotle da i viši programski jezici, poput Visual Basic-a naprimjer, ugrađuju funkcije za kreiranje splajn geometrije. Na internetu je ogroman broj naslova o NURBS geometriji, otvoreni su i NURBS forumi za razmjenu iskustava i rješavanje problema. NURBS modeli su predmet mnogih standarda za razmjenu CAD podataka, poput IGES, STEP, VRML, VDAFS.

Pa ipak, široj naučnoj i stručnoj javnosti NURBS geometrija nije dovoljno poznata. Osnovni uzrok leži u složenoj teoriji B-splajn funkcija. Cilj ovoga rada je poboljšanje te situacije, a osnovna ideja je razvoj jednog programskog paketa za interaktivnu obuku o NURBS geometriji, zaobilazeći detaljno proučavanje složene matematičke teorije. Služeći se interaktivnim grafičkim tehnikama korisnik paketa, nazvanog NURBS_EDU, mijenja definicione podatke, a sistem simultano prikazuje njihov uticaj na geometriju prilagođavajući je novim vrijednostima parametara. Uči se neposredno, vizuelno i istražujući, pa je učenje lakše i plodnije. Želja je da B-splajn funkcije budu shvaćene poput sinusne funkcije, kruga ili parabole naprimjer.

Rad je organizovan u 4 poglavlja. Poslije uvoda dat je kratak osvrt na teoriju: u drugom poglavlju prikazan je matematički model B-splajn krive linije, a u trećem naveden minimum teorije o B-splajn funkcijama neophodan da se razumiju osnovne ideje i steknu uslovi za korištenje sistema. U 4. poglavlju dat je pregled razvijenih i planiranih operacija NURBS_EDU paketa.

2. B-SPLAJN KRIVE LINIJE

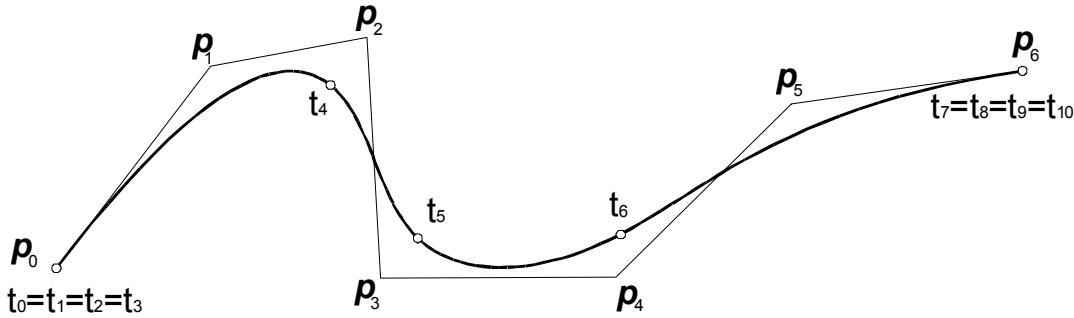
B-splajn kriva stepena k je hodograf vektorske, po dijelovima polinomske funkcije oblika

$$\mathbf{r}(t) = \sum_{i=0}^n \mathbf{p}_i B_i^k(t) = \mathbf{p}_0 B_0^k(t) + \mathbf{p}_1 B_1^k(t) + \dots + \mathbf{p}_n B_n^k(t) \quad (1)$$

gdje su \mathbf{p}_i - kontrolne tačke, $B_i^k(t)$ - B-splajn funkcije stepena k , a t parametar krive. Izraz (1) očigledno predstavlja, nama veoma blisku, linearnu kombinaciju vektora. Kombinuju se vektori položaja kontrolnih tačaka, ali koeficijenti nisu konstante nego funkcije parametra t , pa za različite vrijednosti od t izraz daje “različite” tačke krive. $B_i^k(t)$ se često nazivaju težinskim funkcijama ili doprinosima koje pojedine tačke predaju obliku krive.

¹ Doc. Dr Simo Jokanović, Mašinski fakultet, Banjaluka, tel. ++387 51 468 320, e-mail: simoj@urc.bl.ac.yu

Za proizvoljne oblike težinskih funkcija oblik krive je teško naslutiti. Međutim, B-splajn funkcije nose mnoge karakteristike korisne za geometrijsko modeliranje i CAD. One su uvijek pozitivne i u CAD se formiraju tako da identički sumiraju na 1, što su uslovi da gornja linearna kombinacija preraste u konveksnu. U tom slučaju kriva leži u konveksnoj ljusci svojih kontrolnih tačaka. Dodatno se B-splajn funkcijama može upravljati tako da kriva polazi iz prve i završava u poslednjoj kontrolnoj tački, da u pojedinim prelaznim tačkama ispoljava različite redove neprekidnosti itd. Uopšte, preko B-splajn funkcija dodatno se upravlja oblikom krive mada ključnu ulogu u tome imaju kontrolne tačke. Uticaj kontrolnih tačaka na oblik krive je očigledan, intuitivan (vidi sl. 1), ali je prilično nejasno kako to čine B-splajn funkcije. Upravo je to, manipulacija sa B-splajn funkcijama u cilju postizanja traženog oblika krive, predmet ovoga rada, a ciljni programski sistem treba da olakša i skрати period inkubacije te materije.



Sl. 1. Jedna kubna B-splajn kriva

3. B-SPLAJN FUNKCIJE

B-splajn funkcije su tokom svog razvoja doživjele različite definicije. Klasična, Šenbergova (1947) definicija data je u obliku podijeljene razlike krnje stepene funkcije:

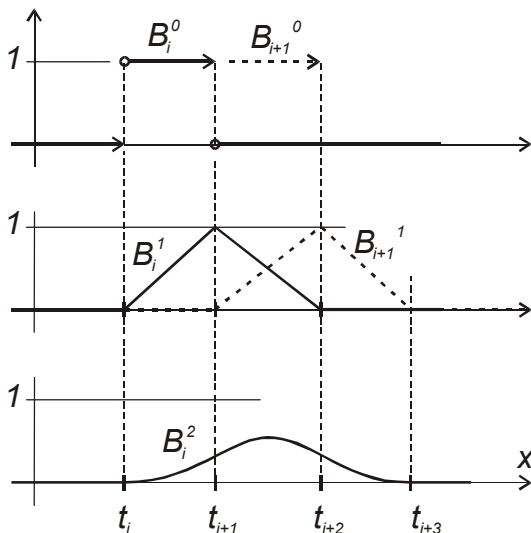
$$B_i^k(x) = [t_i, \dots, t_{i+k+1}] g_k(t), \quad g_k(t) = (t-x)_+^k = \begin{cases} (t-x), & t \geq x \\ 0, & t < x \end{cases}$$

a 1972. godine de Boor i Cox istovremeno dokazuju rekurentnu relaciju:

$$B_i^k(x) = \frac{x-t_i}{t_{i+k}-t_i} B_i^{k-1}(x) + \frac{t_{i+k+1}-x}{t_{i+k+1}-t_{i+1}} B_{i+1}^{k-1}(x)$$

pošavši od:

$$B_i^0(x) = \begin{cases} 1 & \text{za } t_i \leq x < t_{i+1} \\ 0 & \text{u protivnom} \end{cases}$$



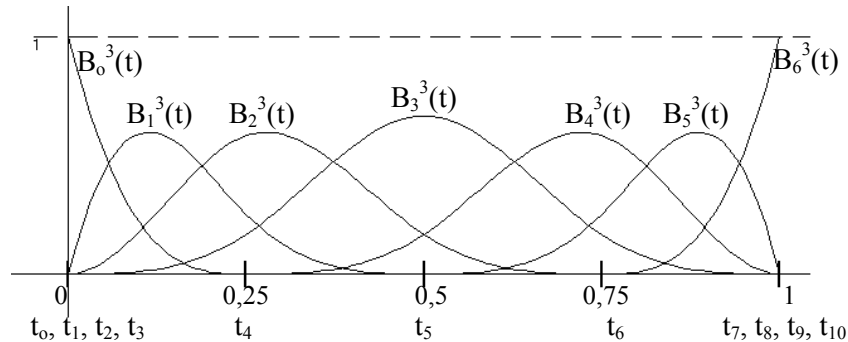
Sl. 2. Proces rekurzije

poslije čega se ova, kao praktičnija, usvaja za definiciju B-splajn funkcija. Prva je definicija pogodnija za teoretsku obradu, a druga za praktičnu primjenu, ali i jedna i druga su "dovoljno" složene da bi dale direktan, intuitivan uvid u svojstva samih funkcija. U obje definicije jedini definicioni podaci su čvorovi² $(t_i)_{i=0}^{n+k+1}$ i ono što treba znati je kako ti čvorovi, kako taj niz diskretnih vrijednosti parametra utiče na oblik splajn funkcija. Nema naročitih zahtijeva nad njihovim vrijednostima sem što moraju biti poredani u rastućem redosljedu, $t_i \leq t_{i+1}$ i mora ih biti određen broj, $k+1$ više nego kontrolnih tačaka, $t_0, t_1, \dots, t_{n+k+1}$.

Proces rekurzivnog generisanja B-splajn funkcija prikazan je na slici 2. Vidi se da već kod drugoga reda

² B-splajn funkcije nastale su u nastojanju da se formira efikasan bazis za cio prostor po dijelovima polinomskih funkcija. U toj teoriji čvorovi su tačke prelaza sa jednog polinoma na drugi. Splajn funkcije predstavljaju samo jedan podskup tog prostora.

dobijamo neprekinute, glatke³ funkcije. Jedan niz B-splajn funkcija, onaj nad kojim je definisana kriva sa slike 1, prikazan je na slici 3. Očigledno je da su pozitivne (*positivity*), i da imaju oblik šešira (*local support*), ali je manje očigledno, iako se lako dokazuje, da sumiraju na 1 (*partition of unity*). Pozitivnost i sumiranje na 1 su uslovi za konveksnu kombinaciju izraza (1), a prolazak krive kroz krajnje kontrolne tačke postignut je višestrukim izjednačivanjem rubnih čvorova. Kada je npr. na lijevom rubu ta višestrukost $k+1$ -og reda onda nestaju sve sem $B_0^k(t)$ funkcije, pa obliku krive doprinosi samo kontrolna tačka P_0 i to svojim punim iznosom jer je tada $B_0^k(0) = 1$.

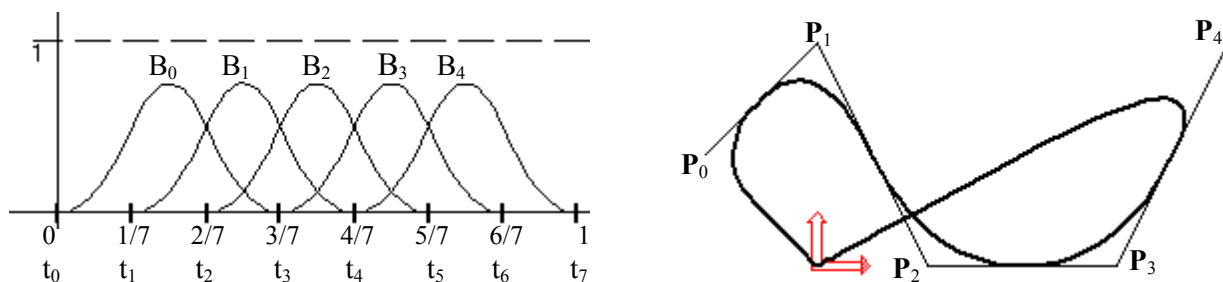


Sl. 3. B-splajn funkcije krive sa slike 2

4. OPERACIJE U NURBS_EDU SISTEMU

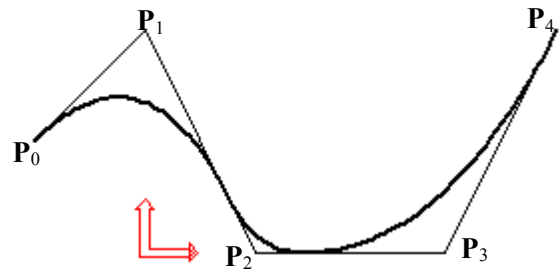
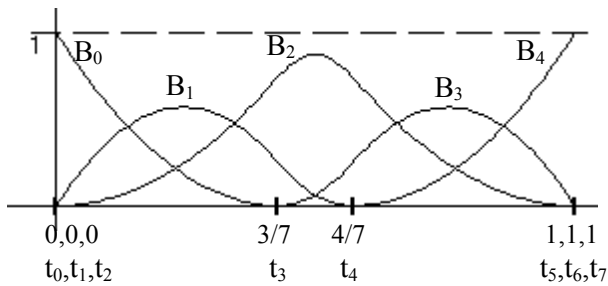
U ovom poglavlju navešćemo neke od mogućnosti NURBS_EDU sistema, demonstrirati ih prikazom nekih statičkih stanja displeja, napominjući da se stvarne performanse mogu osjetiti tek kroz interaktivno korištenje samog sistema. NURBS_EDU u trenutnoj fazi razvoja omogućuje:

- Crtanje grafika B-splajn funkcija za zadani red i vektor čvorova
 - Efekat pomjeranja čvora na oblik funkcije
 - Značenje višestrukih čvorova za oblik funkcija
 - graničnih
 - unutrašnjih
 - Uticaj pomjeranja čvorova na oblik krive
 - Značenje višestrukih čvorova za oblik krive
 - graničnih
 - unutrašnjih
 - Uticaj reda B-splajn funkcija na oblik krive
 - Uticaj pomjeranja kontrolnih tačaka na oblik krive
- Slijedi nekoliko primjera koji prezentuju mogućnosti sistema.

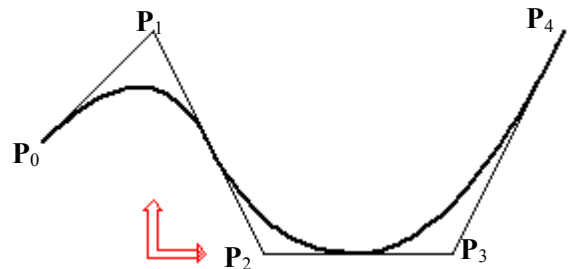
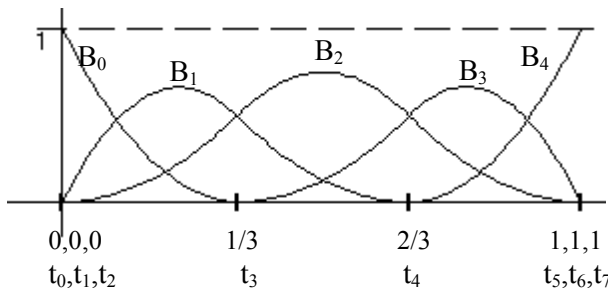


Sl. 4.1. B-splajn funkcije drugog reda i kriva za uniforman vektor čvorova

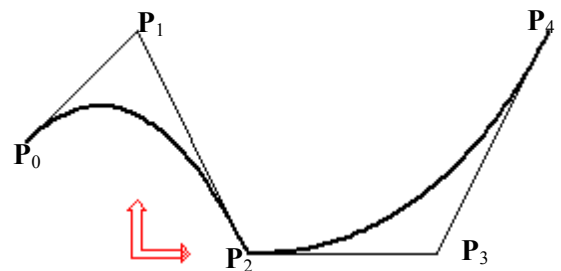
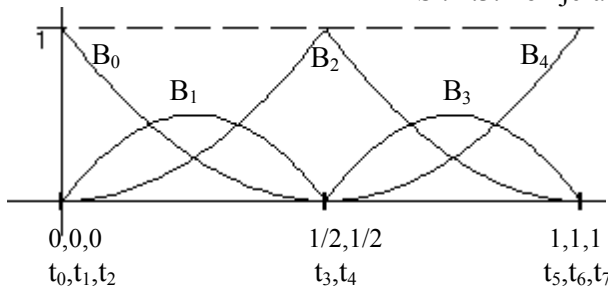
³ Prekidi se pojavljuju u čvorovima. Kod funkcija k -tog reda može se u pojedinom čvoru postići neprekidnost maksimalno $k-1$. reda ($k-1$. izvoda). Neprekidnost k -tog reda značila bi jedinstven polinom.



Sl. 4.2. Višestuki (trostruki) rubni čvorovi



Sl. 4.3. Pomjeranje unutrašnjih čvorova



SL. 4.4. Višestruki (dvostruki) unutrašnji čvor

5. ZAKLJKUČAK

U radu je dat koncept jednog interaktivnog računarskog grafičkog sistema za obuku o NURBS geometriji. Već početna rješenja opravdavaju osnovnu ideju da se proučavanje NURBS modela pokuša postići bez dubokog upuštanja u složene matematičke teorije. Konačan sud, naravno, moramo ostaviti objektivnoj stvarnosti.

6. LITERATURA

1. **de Boor, C.**, *Practical guide to splines*, Springer-Verlag, New York, 1978.
2. **Böhm, W., Farin, G., Kahmann, J.**, A survey of curve and surface methods in CAGD, *Comp. Aided Geometric Design*, 1984.
3. **Piegl, L., Tiller, W.**, Curve and surface constructions using rational B-splines, *Computer Aided Design*, Vol. 19, 1987.
4. **Piegl, L.**, Modifying the shape of rational B-splines. Part 1: curves, *Computer Aided Design*, Vol. 21, 1989.
5. **Jokanović, S.**, NURBS modeli nekih površina drugog reda, *24. JUPITER konf., 11. CAD/CAM simpozijum*, Beograd, 1998.
6. **Liu, L., Wang, G.**, Explicit matrix representation for NURBS curves and surfaces, *Computer Aided Geometric Design*, Volume 19, 2002.
7. **Juhász, I., Hoffmann, M.**, Constrained shape modification of cubic B-spline curves by means of knots, *Computer Aided Design*, Volume 36, 2004.

P. Bojanić¹

PROBLEM SEGMENTACIJE POVRŠINA U REKONSTRUKCIJI MODELA LJUDSKE GLAVE²

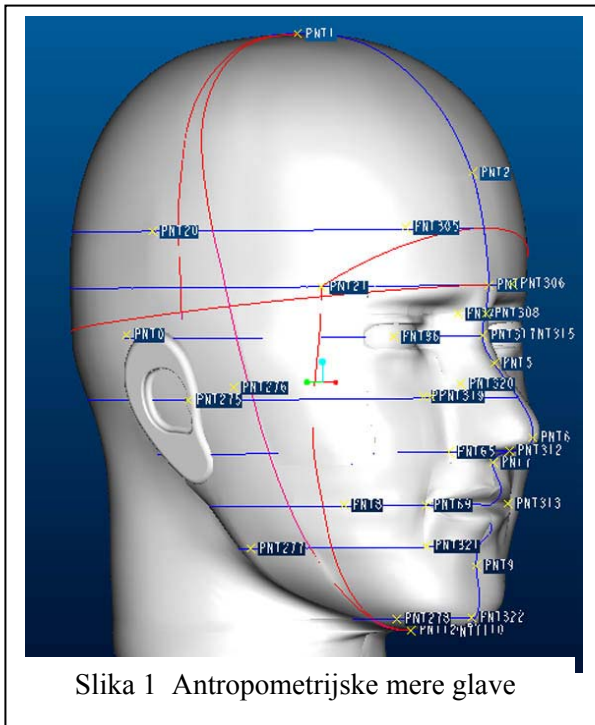
Re z i m e

U reverznom inženjerstvu skenirani podaci se rekonstruišu u CAD model. Ovaj rad se odnosi na problem generisanja mreže tačaka koja će omogućiti aproksimaciju datog skupa tačaka sa B-splajn površinama kontinualnog prelaza. Tek tako formirana mreža tačaka predstavlja ulaz u komercijalni CAD/CAM model.

Ključne reči: mreža tačaka, segmentacija, aproksimacija

1. UVOD

Problem geometrijskog modeliranja složenih površina je predmet interesovanja vrlo širokog kruga istraživača [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 tehnologija izgradnje internog, kompjuterskog, modela traženog objekta. U nekim slučajevima ulaz u proces geometrijskog modeliranja složenih površina su rezultati proračuna, kao npr.



proračuni strujanja za turbinska kola. U nekim drugim slučajevima ulaz je više 2D digitalnih slika iz kojih se treba da rekonstruiše 3D model objekta. U slučaju modeliranja ličnih zaštitnih sredstava, kakva je zaštitna maska, ulaz u proces geometrijskog modeliranja je skup ravanskih i lučnih mera glave, koje se dobijaju merenjem na statističkom uzorku. Ma koliki broj mera imali, one nikada nisu dovoljne za jednoznačno oblikovanje modela glave. Intuicija projektanta ostaje kao vrlo važan faktor u procesu izgradnje internog modela ljudske glave. Izgrađeni model mora da zadovoljava date mere na ulazu i da ima skladne proporcije i fine prelaze sa jednih segmenta na druge. Zavisno od toga da li se dati model glave generiše od početka ili se startuje sa prilagođavanjem raspoloživog modela datom skupu mera, imaćemo različite grupe problema na putu do konačnog oblika modela. Poznata je činjenica da se matematički opis internog modela svodi na površine koje se aproksimiraju polinomima višeg reda. Problem konturnih uslova, sa jedne strane, lokalni oblik u blizini raspoloživih tačaka, sa druge strane, čini proces geometrijskog modeliranja višestruko neodređenim.

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

² Rezultati u ovom radu predstavljaju deo projekta MIS.3.07.0027.A koji podržava Ministarstvo za nauku tehnologije i razvoj Republike Srbije

I ako je problem ličnog prepoznavanja vezan za analizu oblika lica i oka, više prisutan u svetskim istraživačkim laboratorijama [1-3], problem oblikovanja lica za potrebe projektovanja ličnih zaštitnih sredstava, kojima se mi bavimo [7,8], nemaju isto polazište niti iste ciljeve. Polazeći od zahteva da određeni skup antropometrijskih mera glave, meren uglavnom u horizontalnoj i vertikalnoj ravni sl. 1, utiču na ključni oblik glave, neminovno se nameće problem pristupa izgradnje modela. Kako su tačke na modelu glave u prostoru a mere se odnose na pojedine projekcije nekih tačaka, to je neodređenost modela vrlo velika. Takođe treba da se naglasi da konturni uslovi pojedinih segmenata, iz kojih se sklapa model glave, utiču i na susedne segmente te se vrlo lako dogodi da se u jednom koraku uvede greška koja će jedan oblik modela prevesti u sasvim drugi. Ova greška je utoliko veća ukoliko se želi sa manje konturnih uslova kontrolisati celi oblik glave.

2. SEGMENTACIJA POLIGONA

Bezijeva kriva i B-splaj kriva su bazirane na poligonu kontrolnih tačaka i specifikaciji algoritma za generisanje krive iz datog niza kontrolnih tačaka. Osnova za ovaj metod je koncept segmentacije. U procesu segmentacije se definiše niz kontrolnih tačaka:

$$\begin{array}{l} P_0, P_1, \dots, P_n \\ P_0^1, P_1^1, \dots, P_{n_1}^1 \\ P_0^2, P_1^2, \dots, P_{n_2}^2 \\ \vdots \\ P_0^k, P_1^k, \dots, P_{n_k}^k \end{array}$$

gde je za svako $k > 0$ definisana tačka P_j^k kao:

$$P_j^k = \sum_{i=0}^{n_{k-1}} \alpha_{ij,k} \cdot P_i^{k-1}$$

Drugim rečima, svaki element P_j^k može biti definisan kao linearna kombinacija kontrolnih tačaka koje su generisane u prethodnom koraku ($P_0^{k-1}, P_1^{k-1}, \dots, P_{n_{k-1}}^{k-1}$).

Jednačina za P_j^k se može napisati u matričnom obliku kao:

$$P_j^k = \begin{bmatrix} \alpha_{0j,k} & \alpha_{1j,k} & \dots & \alpha_{n_{k-1}j,k} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} P_0^{k-1} \\ P_1^{k-1} \\ \cdot \\ \cdot \\ P_{n_k}^{k-1} \end{bmatrix}$$

odnosno za celi skup tačaka u obliku:

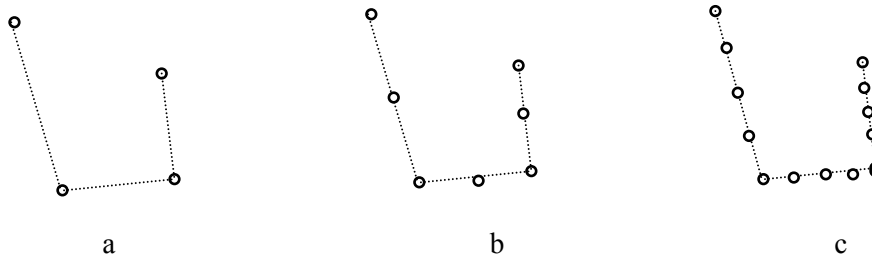
$$\begin{bmatrix} P_0^k \\ P_1^k \\ \cdot \\ \cdot \\ P_{n_k}^k \end{bmatrix} = A_k \cdot \begin{bmatrix} P_0^{k-1} \\ P_1^{k-1} \\ \cdot \\ \cdot \\ P_{n_{k-1}}^{k-1} \end{bmatrix} \quad \text{gde je} \quad A_k = \begin{bmatrix} \alpha_{00,k} & \alpha_{10,k} & \cdot & \alpha_{n_{k-1}0,k} \\ \alpha_{01,k} & \alpha_{11,k} & \cdot & \alpha_{n_{k-1}1,k} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \alpha_{0n_k,k} & \alpha_{1n_k,k} & \cdot & \alpha_{n_{k-1}n_k,k} \end{bmatrix}$$

Kao primer uzmimo da je shema segmentacije

$$P_j^k = \frac{1}{2} \cdot (P_j^{k-1} + P_{j+1}^{k-1})$$

gde je $0 \leq j \leq n-k$, $k = 0, 1, 2, \dots, n-1$

Drugim rečima svaka nova tačka je središnja tačka duži koja spaja dve susedne tačke. Ako je dat poligon na sl. 2a, ovim postupkom ćemo u prvoj segmentaciji dobiti tačke na sl. 2b, odnosno u drugom koraku tačke na sl. 2c.



Sl. 2 Segmentacija poligona

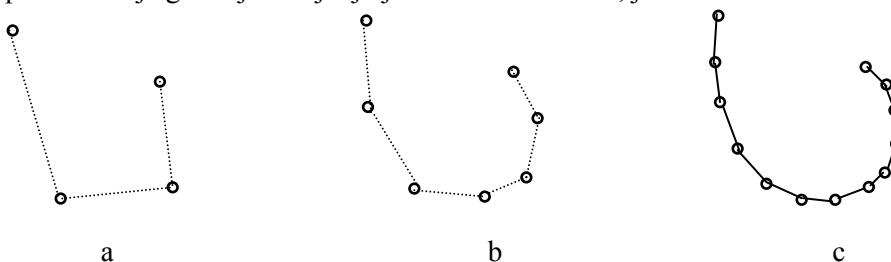
Kako nova tačka zvisi samo od dve susedne to će matrica A_k imati oblik:

$$A_k = \begin{bmatrix} 1/2 & 1/2 & 0 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 1/2 & 1/2 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & 1/2 & 1/2 & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & \cdot & \cdot & 0 & 1/2 & 1/2 & 0 \\ 0 & \cdot & \cdot & 0 & 0 & 1/2 & 1/2 \end{bmatrix}$$

Uzmimo za isti početni skup tačaka sa prethodne slike shemu segmentacije:

$$P_{2i+1}^{j+1} = \frac{1}{16} \cdot (-P_{i-1}^j + 9 \cdot P_i^j + 9 \cdot P_{i+1}^j - P_{i+2}^j)$$

U prvoj segmentaciji ćemo dobiti poligon na sl. 3b, a u drugom koraku poligon prikazan na sl.3c. Očigledno je da dolazi do približavanja glatkoj krivoj čiju jednačinu ne znamo, jer su težinski faktori kojima utiču



Sl. 3 Segmentacija poligona

pojedine tačke poligona iz prethodnog koraka uzeti proizvoljno.

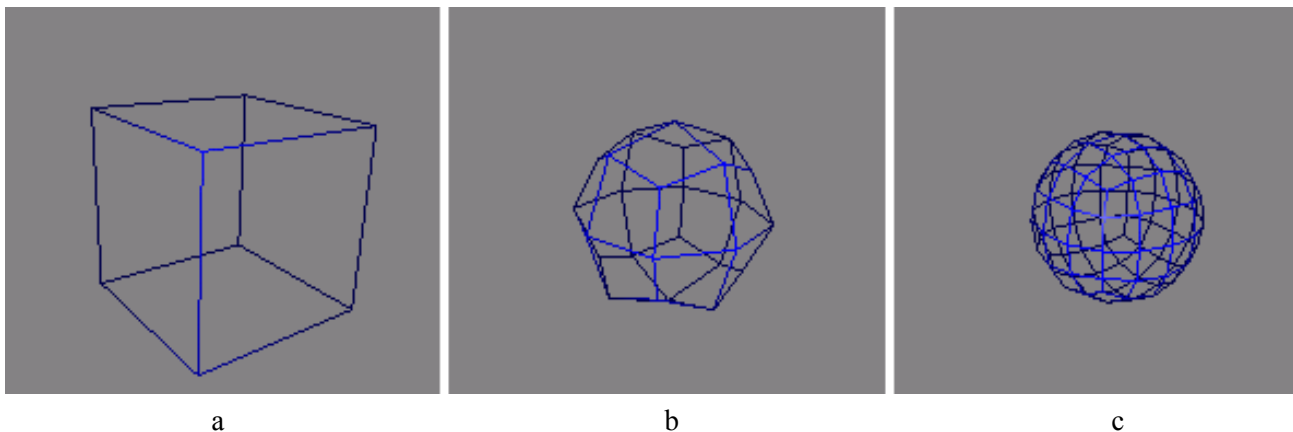
3. BIKUBNA UNIFORMNA B-SPLAJN SEGMENTACIJA

Ed Catmull and Jim Clark [5] su pokazali da se može proširiti Doo i Sabin-ov metod [6] na kubni B-splajn površine ne samo za pravougaone mreže već i na mreže date topologije. Da bi se precizirala procedura potrebno je uvesti definicije tačke na strani, tačka na ivici i nova temena tačka.

Za svaku stranu mreže definiše se tačka strane kao središnja tačka svih temena koja pripadaju toj strani. Može ih biti 3, 4, 5... , koliko topologija definiše. Nova tačka na ivici je tačka računata kao sredina originalne ivice i dve nove tačke strana, kojima je stara ivica zajednička. Novo teme je tačka koja se izračunava kao sredina $Q/n + 2 \cdot R/n + S(n-3)/n$, gde je Q zbir svih tačaka strana koje pripadaju datom

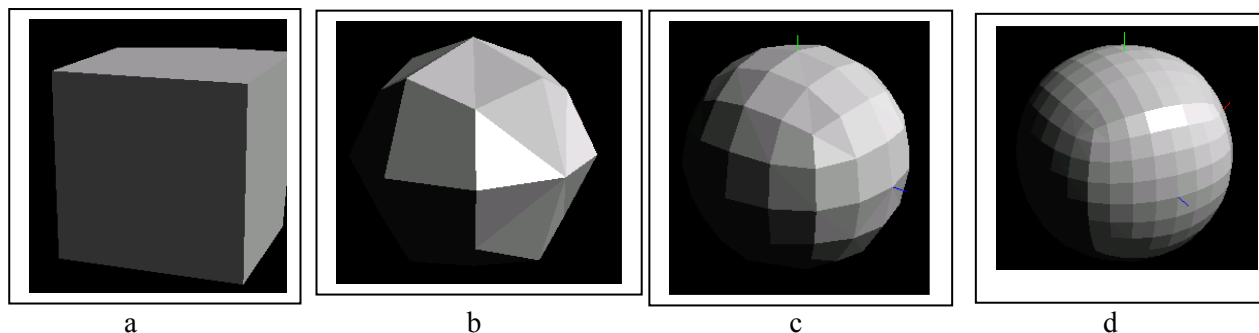
temenu, R je zbir svih tačaka ivica koje pripadaju datom temenu i S je posmatrano teme. Posle izračunavanja svih tačaka, nove ivice se formiraju tako što se spaja svaka tačka strane sa novom tačkom ivice a zatim se spaja novo teme sa novim tačkama ivica. Rezultujuća površina je standardna B-splajn površina izuzev kod onih temena koji nemaju četiri valentne veze.

Primer segmentacije površina prikazan je na sl.4 kroz dva koraka a na sl. 5 kroz tri koraka. Šest površina

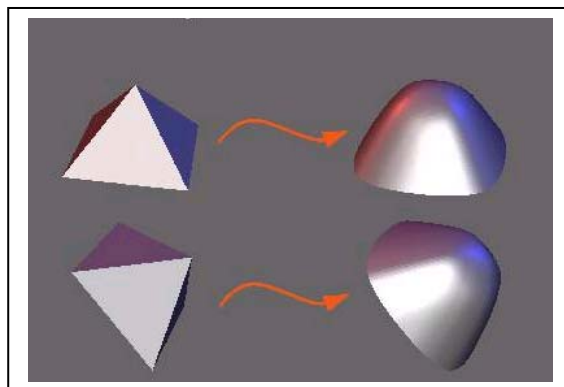


Slika 4 Linijski prikaz segmentacije

definišu kvadar, da bi kroz već drugi korak segmentacije se skoro izgubile oštre ivice kvadra, sl. 4c i sl. 5c. Zaobljavanjem oštih prelaza u ovom procesu ne gubi se u potpunosti početni oblik. Na slici 5d jasno se uočava skup površinica koje pripadaju jednoj izvornoj strani polaznog oblika kvadra, koje predstavljaju sada zaobljenu površinu.



Slika 5 Površinski prikaz segmentacije



Procesom segmentacije jedan oblik se preslikava u sebi sličan, sl. 6, samo sa zaobljenim površinama.

Sl. 6 Transformacija oblika

4. ZAKLJUČAK

U uslovima kada nemamo dovoljno podataka neophodnih za jednoznačno geometrijsko modeliranje oblika ljudske glave mora se pribeći postupku generisanja mreže kontrolnih tačaka koje će nadomestiti odsustvo ulaznih podata. Na osnovu antropometrijskih mera i podataka o sličnosti modela može se generisati polazna mreža kontrolnih tačaka čijom segmentacijom ćemo dobiti oblik glave koji je najpribližniji gruboj aproksimaciji polazne mreže kontrolnih tačaka. Kako se mora ispoštovati zahtev da se zahtevane antropometrijske mere moraju naći na konačnom geometrijskom modelu, to se kroz iterativni postupak dolazi do željenog cilja. Ovako formiran geometrijski model služi kao baza za generisanje zaštitnih sredstava a izrađeni model glave za eksperimentalno ispitivanje kvaliteta projektovanih zaštitnih sredstava.

5. LITERATURA

- [1] Chellappa R., Wilson C.L., Sirehez S.: Human and machine recognition of faces: A survey. Proceedings of the IEEE 83, 5 (1995), 705-740.
- [2] Akimoto T., Suenaga Y., Wallace R. S.: Automatic creation of 3D facial models. IEEE Computer Graphics and Applications, 13, 5 (september 1993), 16-22.
- [3] Beumier C., Acheroy M.: Automatic 3D face authentication. Image and Vision Computing 18, 4 (March 2000) 315-321.
- [4] 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
- [5] Catmull E., Clark J.: Recursively generated B-spline surfaces on arbitrary topological meshes. Computer Aided Design 10 (sept. 1978) 350-355
- [6] Doo D., Sabin M.: Behaviour of recursive division surfaces near extraordinary points. Computer Aided Design 10 (sept. 1978) 356-360
- [7] Bojanic P.: A Contribution to the Building of CAD/CAM Systems for Modelling and Production the Human Face Features as a Basis for Designing and Manufacturing Protective Devices. The Winter Annual Meeting of American Society of Mechanical Engineers, Vol. 25, Boston, 1987.
- [8] Ivanović R., Slavković G.: Prilog razvoju metoda za geometrijsko modeliranje glave čoveka. Zbornik radova "25. Savetovanje proizvodnog mašinstva", Beograd 2002.

Summary

In reverse engineering, the scanned data are being reconstructed into a CAM model. This paper relates to the problem of generating a mesh of points that will enable approximation of given set of points with smooth B-spline surfaces. Only the mesh formed to this particular way represents the entrance to the commercial CAD/CAM model

Срђан мр Живковић, дипл.инж.♦

МАШИНСКА ОБРАДА НА СОЛИДИМА

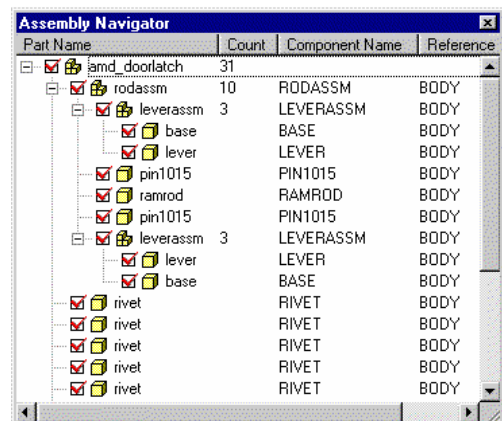
Резиме: CAD/CAM развој се све више помера ка објектно оријентисаним апликацијама. Произвођачи их декларишу као системе за моделирање производа а не само као системе за моделирање геометрије. Крајњи производ, појединачни део или склоп, описан је солидима. Презентација солидима, осим геометријских ентитета, садржи и топологију дела/склопа. Оваква структура парт фајла, омогућава многе напредне технике и већу флексибилност при генерисању излазног кода машинске обраде. За читаве класе делова развијају се шаблони за документацију, анализе и производњу. У те шаблоне уграђена су већ постојећа знања. Овај рад приказује креирање технолошког поступка (операционе листе и CNC програми) у САМ модулу једног овако објектно оријентисаног савременог CAD/CAM пакета.

Кључне речи/изрази: CAD/CAM, Презентација солидима, Генерисање CNC кода

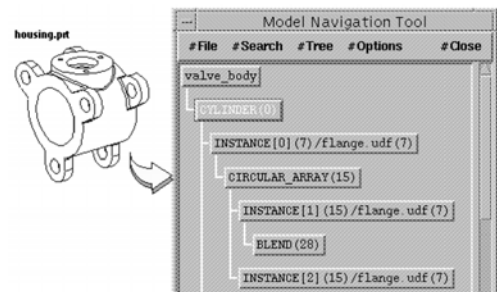
1) УВОД

Познавање рада на неком од CAD/CAM система сматра се данас у свету као услов бр. 1. без кога нема рада ни у једној области машинске технике. За машинског инжињера непознавање рада на овим пакетима се изједначава са неписменошћу. Повећавање броја варијанти и повећање сложености неког производа а истовремено смањење животног века и скраћивање времена освајања производа, условили су да развој ових система све више иде у правцу експертских система. Савремени MCAD системи су оријентисани за тимски рад (*team-oriented design system*). Различити корисници раде на различитим деловима заједничког (дељеног) тимског модела. Овакав рад се назива

конкурентско инжињерство (*concurrent engineering*). Да би се корисници лакше сналазили (оријентисали) у сложеним структурама на овим системима постоје навигатори у оквиру једног дела (*Model Navigator*) и навигатори за склопове (*Assembly Navigator*). У САМ модулу савремених CAD/CAM пакета све активности контролише ОПЕРАЦИОНИ МЕНАѢР/НАВИГАТОР (*Operation Manager/Navigator*). Операциони навигатор је графички оријентисани кориснички интерфејс који управља операцијама и операционим параметрима израде појединачног дела. Програмски пакети као помоћ (алатка) машинским ижињерима MCAD (*Mechanical CAD*) су доживели драматичне трансформације да би боље, лакше и брже подржали захтеве савремене производње, тј. да би компаније биле конкурентне на тржишту.



Слика 2. Навигатор склопа



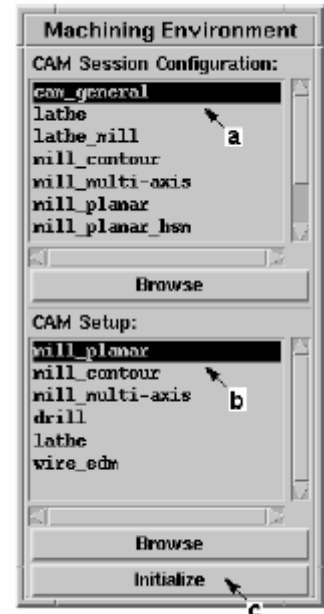
Слика 1. Навигатор дела

♦ водећи истраживач, ВТИ Београд, Катанићева 15, тел: +381641833790, E-mail: srdjanpz@Eunet.YU

Рад у овом модулу, слично као и у *CAD* модулу, објектно је орјентисан. Операциони навигатор користи структуру дрвета да би кориснику илустровао односе између група и операција. До скоро је у *CAD/CAM* системима била незамислива за *windows* окружење уобичајена *drag and drop* активност. Сада у *CAM* модулу можете «превући и испустити» путању алата у неку нову групу резног алата. Објектни приступ још више је повећао флексибилност у раду.

2) ИНИЦИЈАЛИЗАЦИЈА САМ МОДУЛА

При првом отварању *CAM* модула геометријског фајла чију технологију израде почињемо да разрађујемо, систем тражи од корисника да иницира шаблоне (*templates*) машинске обраде које ће користити. Слика 3. илуструје овај корак. У горњем прозору се бира конфигурациони фајл (*Template Set*), а сваки од ових сетова садржи неколико шаблона који се виде у доњем прозору (*Template Part Files – CAM parts*), који дефинишу врсте машинске обраде (раванско глодање, контурно глодање, вишеосно глодање, бушење, електроерозија жицом).



Слика 3.
Иницијализација

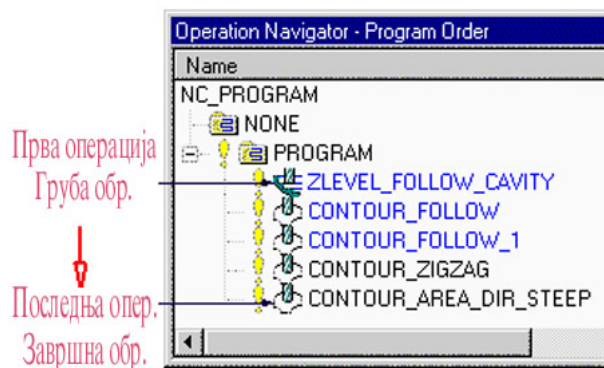
При првом сусрету се поставља логично питање (за наше окружење) зашто је целокупна «прича» око машинске обраде већ у старту овако закомпликована? Зашто креирање технолошког поступка израде личи на склапање коцкица? Одговор лежи у чињеници да је један од главних правца развоја *CAD/CAM* система "препознавање облика" (*Feature Recognition*). Развијају се системи који ће у старту, макар угрубо, разврстати делове Вашег склопа на оне који се стружу, глођу, лију или добијају деформацијом. И не само то, податак од интереса је облик и величина припремка. Како парт фајл «има» граф структуре дела (слика 2.) који сте моделирали коришћењем типских облика (блокови, цилиндрим, конуси ...), коришћењем типских технолошких облика (навоји, упусти, жлебове, трнови, отвори, рупе ...) или коришћењем сопствено креираних типских облика (*User's Features*) онда ни технолошки поступак израде није далеко. И технолошки поступак израде се добија склапањем елементарних коцкица. Да би сте дошли до жељеног циља нису Вам потребне СВЕ коцке. Узећете само један сет (*Template Set*) и решити Ваш проблем.

Ови сетови су, у суштини, акумулација знања и искустава стечених у фирми. Није неопходно да млади инжињери у старту "откривају топлу воду", ако се неко пре њих већ мучио решавајући исти или сличан проблем. Сличан начин рада је и у другим модулима. Нпр, *drafting* тј. израда документације. За одређене класе делова постоје предефинисани шаблонни котирања. Отварате нов цртеж према постојећем шаблону. Време је кључни критеријум у раду.

3) ЧЕТИРИ ПОГЛЕДА НА ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК

Операциони навигатор непрекидно приказује један од четири изабрана погледа: метода обраде (*Machining Method view*), редослед програма (*Program Order view*) коришћени алати (*Machine Tool view*) и коришћена геометрија (*Geometry view*). Сваки од ових погледа организује ИСТИ сет операција сагласно «теми» погледа. Додатно сваки поглед приказује однос између операција и организациону групу тог погледа.

Поглед «Редослед програма» Слика 4, приказује сваку програмску групу којој припадају одређене операције обраде и редослед њиховог извођења. Овај редослед ће се пренети у CLSF (*Cutter Location Source File*) датотеку.



Слика 4. Редослед програма

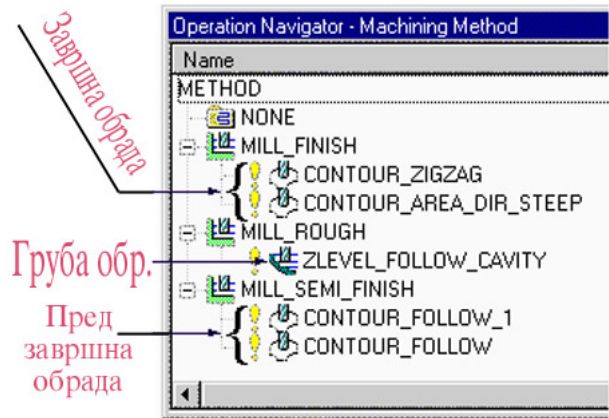
Поглед «Метод обраде», слика 5, омогућава организовање (груписање) операција обраде које деле исте вредности параметара (груба, контурна, завршна обрада ...).

Поглед «Резни алати», слика 6, групише (организује) операције према коришћеним резним алатима. Операције се могу груписати према коришћеној револверској глави струга или према типу/облику глодала код глодачких операција.

Поглед «Геометрија», слика 7, приказује (организује, групише) коришћену геометрију при раду: Један или више машинских координатних система, геометрију дела (*Part geometry*) геометрију припремка (*Blank Geometry*) и сву осталу геометрију неопходну за рад која је специфична за различите врсте обраде.

Над сваком од операција имате (у сваком тренутку) крајње флексиблину и за почетника крајње опасну контролу: измена, исецање, копирање, убацивање, брисање (*Edit, Cut, Copy, Paste, Delete*) Сваку операцију нпр. можете превући и испустити у неку нову групу резног алата или неки нови машински координатни систем.

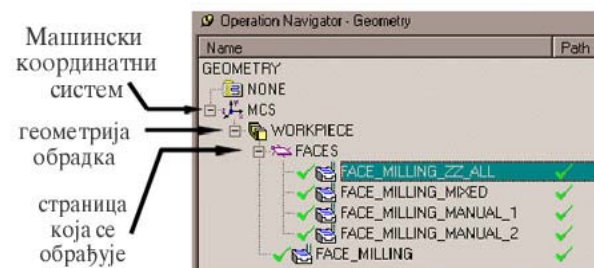
Један од највећих квалитативних помака у новим *CAM* модулима је динамичка визуелизација одвајања материјала (*Dynamic Material Removal*). Машинска обрада је у основи Булова операција одузимања солида облика резног алата (код глодања чеоним глодалима то је цилиндар) који се креће по задатој трајекторији од постојећег солида (припремка). Као резултат добија се нови солид који приказује обрадак у некој фази обраде (*In-Process-Workpiece*). Овај *IPW* солид се може упоредити са солидом који представља део који се израђује. Јасно је да је оцена да ли је комад «уједен» (*undercut*) током неке операције сада сасвим и лака и брза. Овим је потпуно престала потреба за тестирањем програма обраде. Под условом да је трансфер *CNC* програма са радне станице, тј. рачунара који је задужен за дистрибуцију програма (*DNC*), максимално поуздан.



Слика 5. Методе обраде



Слика 6. Употребљени резни алати



Слика 7. Коришћена геометрија

4) ГЛАВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ АПЛИКАЦИЈА МАШИНСКЕ ОБРАДЕ

Тржиште софтвера за аутоматско генерисање програма машинске обраде је веома разноврсно. Зато се произвођачи труде да се макар и у ситницама разликују од конкуренције. Пратећи стручне магацине и интернет презентације произвођача *CAM software*-а могу се уочити следеће карактеристике ових софтвера који су у понуди на тржишту:

- Комплетна симулација вишеосног глодања
- Верификација путање алата са провером колизије на одређеним елементима
- Креирање електрода за електроерозиону обраду из комплексног модела
- Аутоматско препознавање типских технолошких облика - AFR (*Automatic Feature Recognition*)
- IFR (*Interactive Feature Recognition*) за типске облике који се «не понашају» најкоректније при AFR. Интерактивна графичка селекција
- Аутоматска оптимизација помака ради повећања постојаности резне ивице

- Олакшано програмирање вишевретенних алатних машина
- Смањење времена програмирања «наслеђивањем» стратегије из постојећих решења
- Директно учитавање «природног» дизајн фајла (без коришћења транслятора) у *CAM* модуле
- Коришћење искустава из погона и укључивање нових стратегија у *CNC* програмирање, посебно при грубој обради језгара за калупе где се «скида» велика количина материјала
- Побољшани програми за рупе (*holes*). Добри *CAM* пакети, данас, морају да детектују величину, локацију, дубину, машинску раван сваке рупе, да изаберу одговарајуће алате и да креирају програм за обраду задате слике бушења.

5) ПРЕДНОСТИ И МАНЕ МАШИНСКЕ ОБРАДЕ СОЛИД МОДЕЛА

Модули машинске обраде све су више базирани на солид моделима. Без обзира на велике и значајне предности солид модела, које су изложене у претходним главама, две старије презентације геометријског модела (жичана и презентација површинама) су и даље присутне. Предности и мане овог приступа решавању проблема машинске обраде посматрано из угла корисника *software*-а су:

- Солид модел са собом «носи» криве и површине али топологију која га описује. За мање комплексне делове је у предности у односу на друге презентације.
- Презентација површинама (*Surface model - presentation*) је и даље незамењива за веома комплексне облике (*Complex – Sculptured surfaces*). Презентација површинама омогућава бољу контролу у *CAM* модулима
- Жичана презентација (*wireframe*) постоји и подржана је због веома великог броја фајлова који су и данас у активној производњи
- Жичана презентација се и даље користи јер је веома прикладна за 2Д делове који се добијају (увозе) из јефтинијих пакета.

6) ОЧЕКИВАНИ ПРАВЦИ РАЗВОЈА

Осим усавршавања наведених модула произвођачи софтвера најављују неке од правца даљег развоја:

- Развој специјализованих *CAM* пакета за одређену класу проблема, нпр. обрада калупа и језгара да би се уштедело на времену развоја технолошког поступка обраде
- Настављање тренда све веће имплементације експертских знања из ове области кроз све већи и разноврснији број шаблона и помоћника у раду (*Templates & Wizards*)
- Без обзира на специјализацију за одређене области, савремени *CAM* пакети морају да подрже опште захтеве али и да нуде комплетна решења у неким јако уским областима.

7) ЛИТЕРАТУРА

Коришћени извори у писању овог рада нису «Литература» у класичном смислу. Извор су презентације и чланци који се могу наћи на широм света разапетој мрежи (*www*).

- www.plmsolution.com
- www.toolingandproduction.com
- www.rsleads.com/311tp-011
- www.rsleads.com/311tp-205
- www.rsleads.com/311tp-207
- www.cnc-training.com
- <http://www.geocities.com/cadcamworld/navig.htm>

Resume

SOLID BASED MACHINING: Developing of modern CAD/CAM systems characterize several major ways: Object environment, Solid Based Machining, Automatic Feature Recognitions, Interactive Feature Recognition, Feedrate optimizations, Workshop documentations builder, Dynamic Material Removal Visualizations, Product Life Management etc. This paper explains some benefits of using some of new possibilities based on solid modeling.

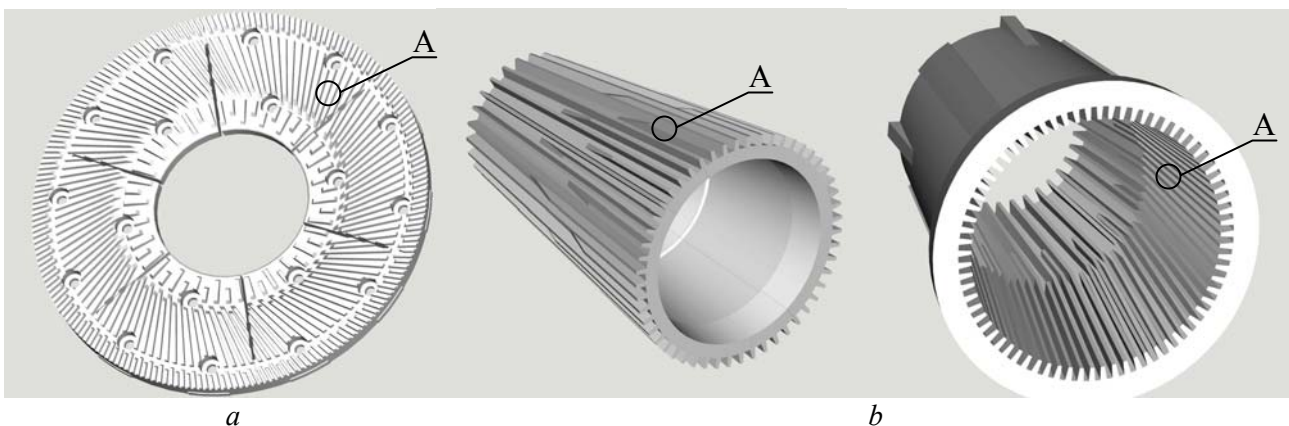
R. Slavković¹, I. Milićević²**METODOLOGIJA PROJEKTOVANJA TEHNOLOGIJE IZRADE
KONUSNIH NOŽEVA ZA PRIPREMU PAPIRNE MASE****Rezime:**

Za proizvodnju raznih vrsta papira upotrebljava se kako različita sirovinska baza, tako i različita tehnološka oprema. U okviru ovog rada data je metodologija projektovanja tehnologije izrade konusnih noževa koji se koriste u tehnologiji pripreme papirne mase – papirne “pulpe”.

1. UVOD

Imajući u vidu da današnja svetska industrija papira, a posebno naša, ima velikih problema sa nedostatkom odgovarajućih sirovinskih komponenti, a posebno celuloznih vlakana za proizvodnju papira, to se posebna pažnja poklanja obezbeđenju sekundarnih sirovina među kojima značajno mesto zauzimaju otpadni papir, biljna vlakna i sl.

Ovakva strategija u tehnologiji proizvodnje papira zahteva i posebnu tehnološku opremu za pripremu papirne mase (“pulpe”) od koje se rade određene vrste papira. U okviru tehnološke opreme posebna pažnja se poklanja razvoju reznih elemenata (alata) za pripremu papirne mase, a čija rezna geometrija kao i tehnološki parametri pripreme “pulpe” zavise od izvora celuloznih vlakana. U okviru reznih elemenata značajno mesto zauzimaju primarni raspuštači, sekundarni raspuštači (enštiperi), pločasti i konusni noževi, sl. 1.1



A – prostorna geometrija zuba po reznoj površini (“šara”)

Sl. 1.1 – Rezni elementi za pripremu papirne mase (“pulpe”):

- a) disk pločastih noževa 26" “Matroz” - Sremska Mitrovica
- b) rotor i stator konusnih noževa 2R fabrike “Božo Tomić” – Čačak

Saopštenje je deo projekta, “Razvoj tehnologije izrade reznih elemenata (rifajnera) u industriji papira i celuloze”, koga finansira Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj Vlade Srbije

- ¹⁾ Dr Radomir V. Slavković, dipl. maš. inž., van. prof., Tehnički fakultet, Čačak, Svetog Save 65, tel: 032/302-710, e-mail: rstanka@eunet.yu
- ²⁾ Ivan Milićević, dipl. maš. inž., asistent-pripravnik, Tehnički fakultet, Čačak, Svetog Save 65, tel: 032/302-713, e-mail: ivanmil@tfc.kg.ac.yu

2. KRATAK OSVRT NA GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE KONUSNIH NOŽEVA

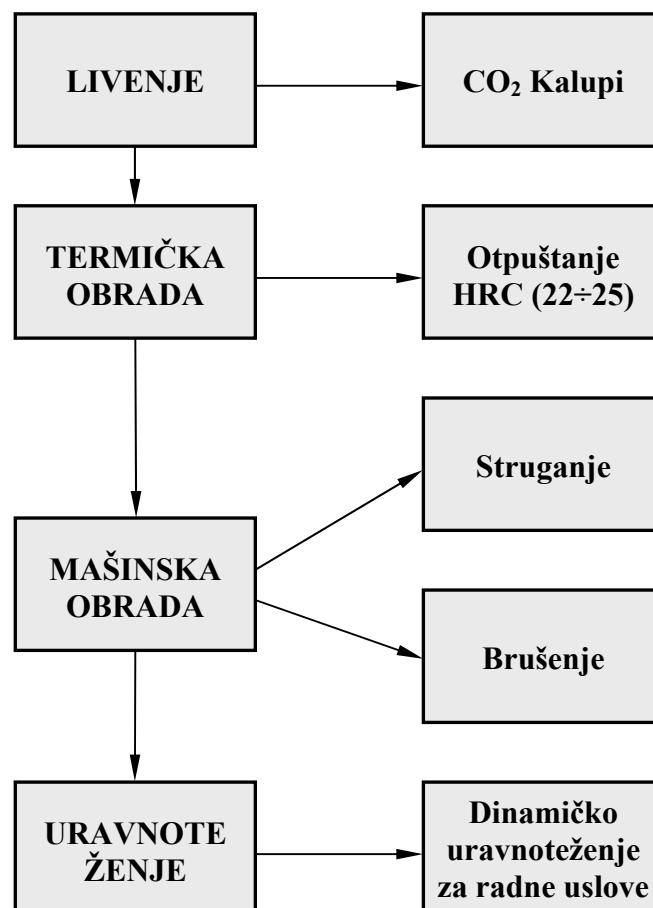
U osnovne karakteristike konusnih noževa (rotor, stator) spadaju: ugao konusa, oblik i smer zuba na konusu kao i raspored istih, kako duž spoljašnjeg, tako i duž unutrašnjeg konusa. Uglavnom se svi konusni noževi klasifikuju u dve grupe:

- sa uglom konusa $\varphi = (14^\circ \div 22^\circ)$
- sa uglom konusa $\varphi \geq 40^\circ$

Tehnološki gledano, za intenzivno skraćivanje vlakana upotrebljavaju se konusni noževi sa $\varphi=(14^\circ \div 18^\circ)$, sa relativno tanjim zubima (b) i nešto nižom obimnom brzinom, $v=(10 \div 16)$ m/s.

3. TEHNOLOGIJA IZRADE KONUSNIH NOŽEVA

Konstruktivski, kod prvobitnih konusnih noževa, rezni elementi u obliku traka ugrađivali su se na konusni rotor i stator. Današnja tehnologija izrade konusnih noževa bazirana je na tehnologiji livenja (najčešće od materijala Č.4771). Globalna struktura tehnološkog procesa izrade prikazana je na slici 3.1



Sl. 3.1 – Globalna tehnologija izrade konusnih noževa

4. PROCES LIVENJA KONUSNIH NOŽEVA

Pri projektovanju procesa livenja konusnih noževa potrebno je definisati:

- tehnologiju livenja rotora
- tehnologiju livenja statora
- parametre ulivnog sistema

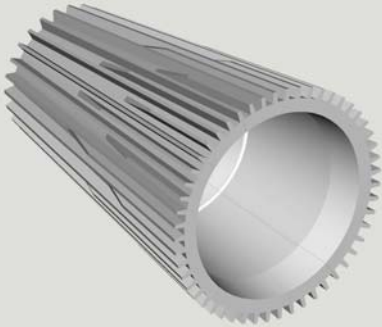
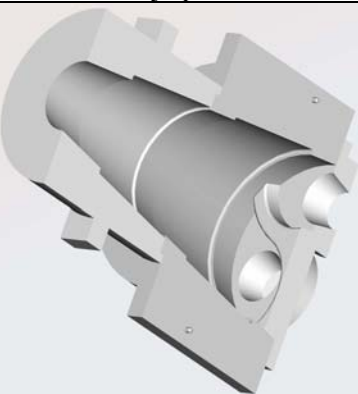
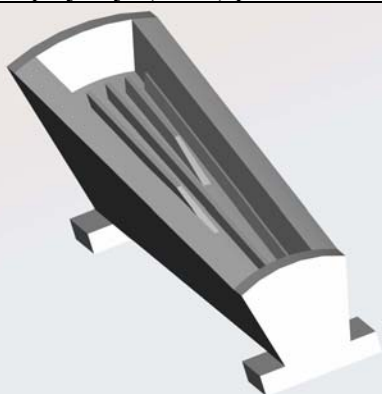
Na slici 4.1 data je tehnologija pripreme kalupa za livenje rotora konusnog noža, a na slici 4.2 tehnologija pripreme kalupa za livenje statora. Livenje se izvodi u kalupima sastavljenim od segmenata urađenih po CO₂ tehnologiji, a izgled segmentne forme rotora i statora dat je na slici 4.3

Definisanje parametara ulivnog sistema (ulivnici, odušci, hranitelji) izvodi se metodom faktora oblika ili metodom modula odlivka koja je korišćena u primeru. Modul odlivka predstavlja odnos zapremine i površine odlivka (4.1):

$$M_0 = V/P \dots\dots\dots 4.1$$

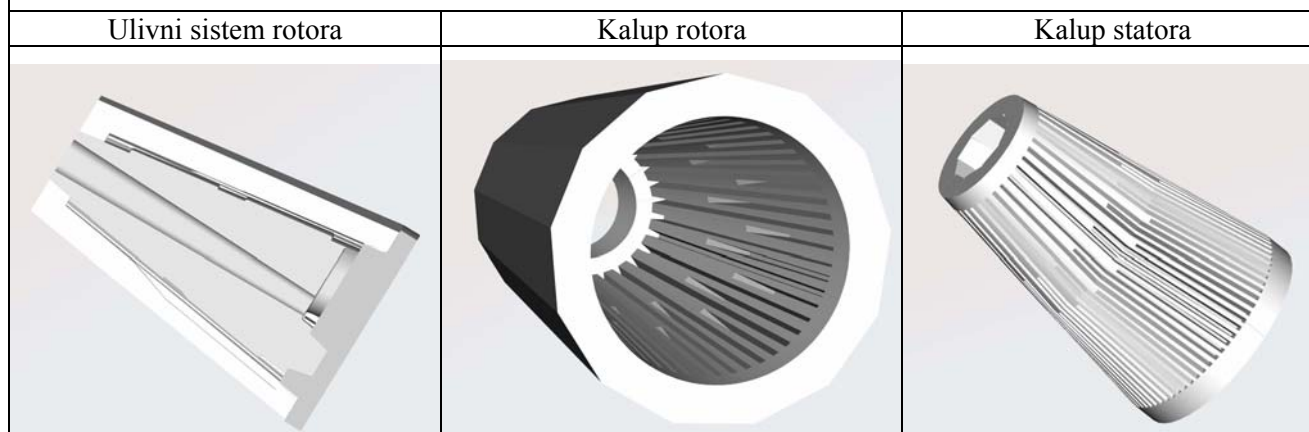
Imajući u vidu da su odlivci u obliku šupljeg zarubljenog konusa, to se isti mogu predstaviti prizmatičnim telom iste zapremine (L×B×H), na osnovu koga se prema uputstvu [1] definišu parametri ulivnog sistema, a koji je za rotor dat na slici 4.3.

Za konstruisanje modela rotora, statora, i odgovarajućih alata, kao i za potrebne analize modela, korišćen je softverski paket Pro Engineer.

Sl. 4.1 - Rotor		
Odlivak	Alat za oblikovanje unutrašnje površine	Alat za oblikovanje spoljašnje (rezne) površine
		

Sl. 4.2 - Stator		
Odlivak	Alat za oblikovanje spoljašnje površine	Alat za oblikovanje unutrašnje (rezne) površine
		

Sl. 4.3 – Ulivni sistem rotora i izgledi kalupa rotora i statora



5. UMEŠTO ZAKLJUČKA

Naglom ekspanzijom primene diskastih mlinova u pripremi papirne mase - “pulpe”, izgledalo je da će se vrlo brzo izbaciti iz primene tehnologija pripreme “pulpe” pomoću konusnih mlinova. Međutim, pojedine tehnološke karakteristike vlaknaste mase dobijene u konusnim mlinovima ostaju neprevaziđene i kao takve su potrebne u nekim vrstama papira. Pošto je u poslednje vreme sve aktuelniji produžetak tehnološkog veka konusnih mlinova (upotreba sekundarnih sirovina – otpadni papir), to je u okviru ovog rada dat osvrt na tehnologiju njihove izrade.

LITERATURA:

- [1] Marković, S., Matijašević, S., Josipović, Ž., Ocokoljić, S., Zbirka rešenih zadataka iz livarstva, Tehnološko metalurški fakultet, Beograd, 1994.

METHODOLOGY OF PRODUCTION OF CONICAL KNIVES FOR PREPARATION OF PAPER PULP

Summary:

For production of various kinds of paper various sources of raw materials are equipment. This study describes methodology of production of conical knives which are used in technology of preparation of paper mass – paper pulp.



M. Popović, R. Slavković, Z. Jugović¹

UNAPREĐENJE PROCESA PROJEKTOVANJA ALATA ZA BRIZGANJE PLASTIKE PRIMENOM SAVREMENIH CAD SISTEMA

Rezime

Proces projektovanja alata za plastiku predstavlja jedan složen proces. Međutim, kod svih procesa projektovanja može se uočiti određena zakonitost koju većina projekatata prati. Sa druge strane, složenost samih odlivaka od plastike, dovodi do toga da alati budu veoma složeni sa velikim brojem istih ili sličnih delova ukomponovanih u jednu celinu. Ovaj rad daje jedan pristup projektovanju alata za brizganje plastike koristeći se prednostima parametarskog modeliranja u jednom CAD sistemu.

1. UVOD

Ako se posmatra oblast proizvodnje delova od plastike postupkom livenja pod pritiskom (brizganje plastike), dolazi se do zaključka da je neophodno da proces projektovanja samog proizvoda bude što kraći, a nakon projektovanja tehnološkog postupka istog i proces projektovanja tehnologije izrade alata za livenje bude sveden na minimum. Sa druge strane potrebno je dobiti tehnološke konstrukcije proizvoda, koje će dati dobre rezultate u samom procesu proizvodnje, a zadržati zahtevani nivo kvaliteta i cene. Jedan od glavnih problema u ovoj oblasti je taj što je uticaj ispravno projektovanog proizvoda i alata za njegovu izradu, dolazio do izražaja tek u samom procesu proizvodnje. Često je neophodno da se vrše naknadne izmene alata, kao i samog proizvoda zbog nastalih problema u toku proizvodnje. Taj proces dodatno uvećava potrebno vreme izrade, a često zahteva i dodatne troškove. Kako se proizvod i alat ne mogu posmatrati odvojeno, jer jedan proističe iz drugog, to ni proces njihovog projektovanja ne treba da bude razdvojen.

2. PARAMETARSKO MODELIRANJE

Postoje dva osnovna tipa CAD projektovanja. Prve verzije CAD softvera zasnovane su na principima neparametarskog projektovanja. To znači da su bili zasnovani na prostom crtanju elemenata. Da bi napravili (nacrtali) element u ovakvom okruženju morao se znati krajnji cilj projekta. Sa druge strane, problem se javlja u slučaju izmene ovih CAD modela. Svaka izmena se mora ponoviti onoliko puta koliko se dati element nalazi u drugim podsklopovima i sklopovima. Odavde proističu dva važna pitanja:

1. Koliko se kvalitativna i kvantitativna informacija može dobiti iz ovih CAD modela?
2. Zašta se takav model još može upotrebiti?

Savremeni CAD sistemi uvode princip parametarskog modeliranja, što podrazumeva da se prilikom crtanja (modeliranja) uvode međusobne zavisnosti između pojedinih elemenata (*features*) jednog dela. Ove zavisnosti se odnose i na dimenzije unutar samog elementa. Ukratko rečeno dimenzija pogoni geometriju. Treba da se ima u vidu da su dimenzije samo jedan vid parametara koji se ovde koristi (npr. paralelna

¹ Dr.Radomir Slavković dipl. maš. ing., vanredni profesor, 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

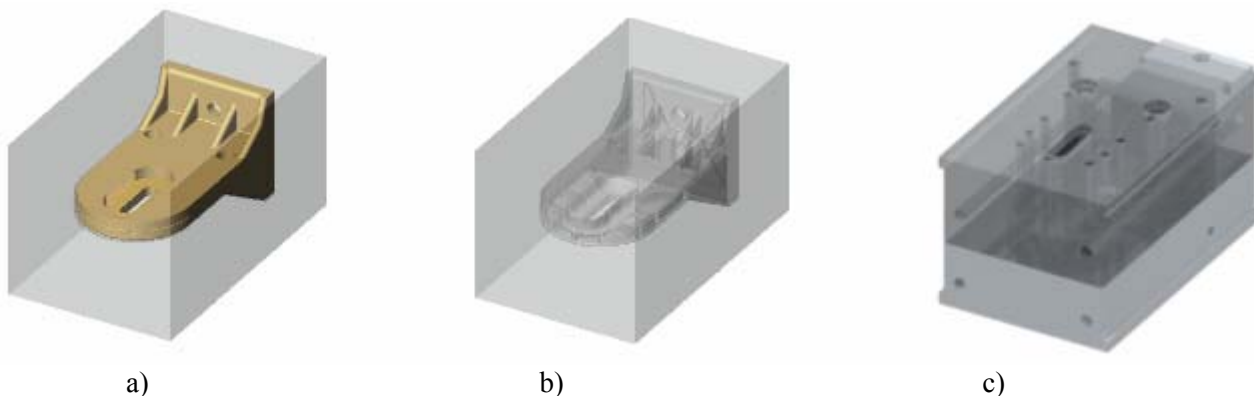
zavisnost, upravnost, cilindričnost) i da se parametri mogu međusobno povezivati kroz relacije ili jednačine i na taj nači ostvare zavisnost. Ova zavisnost između elemenata govori o tome da su elementi "inteligentni", što znači da se automatski prilagođavaju promenama tokom projektovanja. Veoma važna osobina ovakvih CAD sistema je da postoji uređena hijerarhija modeliranja, koja podrazumeva tačan redosled izrade elemenata. U ovom radu korišćen je *SolidWorks 2001 Plus* koji se zasniva na principu parametarskog modeliranja. Na slici 1. je prikazan izrađen model proizvoda za koji je neophodno projektovati alat.



Slika 1.

3. USPOSTAVLJANJE DIREKTNE VEZE ODLIVAKA I JEZGRA ALATA

Svaki alat za livenje plastičnih masa pod pritiskom, nakon zatvaranja (radni položaj), mora od svojih elemenata obrazovati šupljinu takvog oblika (jezgro), koja će u potpunosti odgovarati obliku dela koji se lije. Dimenzije jezgra su proporcionalno uvećanje za procenat skupljanja plastične mase pri njenom hlađenju. Najčešći slučaj je da jezgro obrazuje više elemenata koji između sebe imaju tačno definisani odnos. Najlakši način dobijanja jezgra jeste onaj koji se koristi za livenje u pesku. Predhodno se izradi model proizvoda od drveta, a zatim se utisne u pesak. U okviru SolidWorks-a postoji modul (Mold Base), koji koristi ovu filozofiju i dovodi do toga da se i najkompliciraniji oblici jezgra dobiju na jednostavan način. Ovde je omogućeno "utiskivanje" predhodno izrađenog modela uz zadavanje dodatnog uvećanja utisnute zapremine. Na slici 2. prikazan je jedan postupak dobijanja jezgra za posmatrani proizvod. Relacije koje se uspostavljaju između modela proizvoda i modela jezgra alata su parametarske veličine.



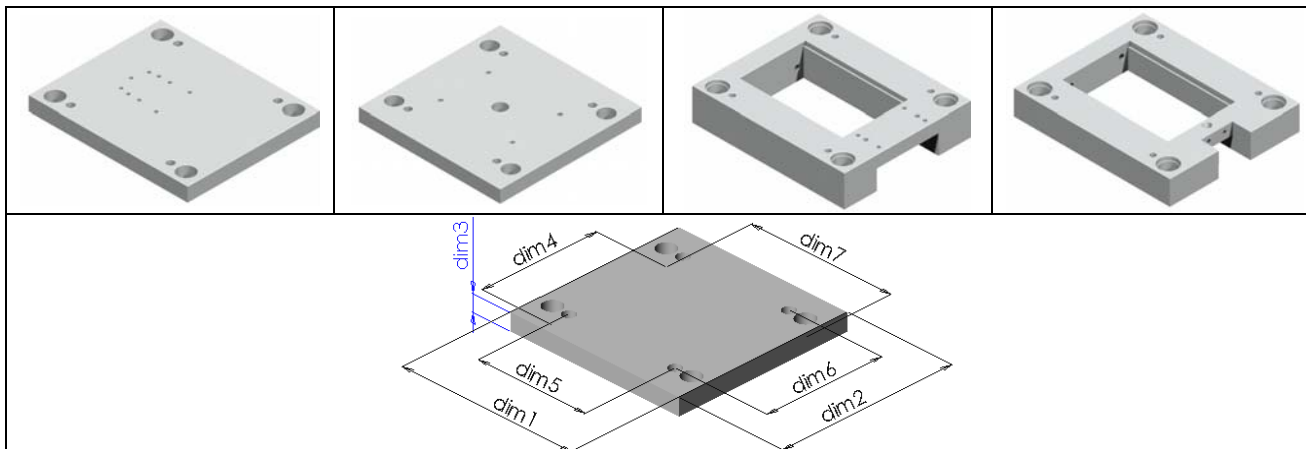
Slika 2.

Postupak izrade jezgra podrazumeva sledeći niz aktivnosti. Prvo se izrađeni model precizno pozicionira u zapremini (slika 2.a.) u kojoj će se obrazovati jezgro. Zatim se uz zadata uvećanja oduzima oblik modela od zapremine. Dobijena zapremina (slika 2.b.) sad je pripremljena za dalju obradu. Dalja obrada podrazumeva "sečenje" jezgra na delove i njihovu dalju doradu. Sečenje jezgra se izvodi u skladu sa zamišljenom koncepcijom alata, koja podrazumeva broj i oblik pojedinih elemenata koji učestvuju u formiranju jezgra, ravan otvaranja alata kao i mesto ulivanja plastike. Forme koje se dobiju na taj način, potrebno je doraditi prema principima tehnologije livenja (otvori u formama za izbacivače, otvori za hlađenje, itd. (slika 2.c.)).

4. PARAMETRIZACIJA ELEMENATA KUĆIŠTA ALATA

Kućište alata čine elementi pomoću kojih treba obezbedi pravilno pozicioniranje formi u alatu, zatim obezbedi tačno vođenje svih delova alata u toku procesa rada kao i ispravno postavljanje i pozicioniranje alata na mašinu. Ako se posmatraju delovi alata koji su pločastog oblika (pokretna i nepokretna ploča, izbacivačka ploča itd.) može se uočiti da su konstrukciono veoma slični. Ova činjenica je dovela do stvaranja internih standarda kod proizvođača ovih elemenata. Naime, proizvođači daju osnovne oblike ploča sa predviđenim otvorima za vezu i vođenje, koje kupac dalje prilagođava svojim potrebama (npr. različit raspored izbacivača će da uslovi različit raspored otvora na izbacivačkoj ploči). Ako se primeni ovakva filozofija u okviru parametarskog modeliranja alata, onda se saglasno primerima sa slike 3. može uraditi sledeće: napraviće se takva ploča koja bi bila najmanji zajednički sadržalac sve četiri prikazane, čije će dimenzije biti parametarske veličine prikazane u obliku promenljive. Zadavanjem vrednosti ovih

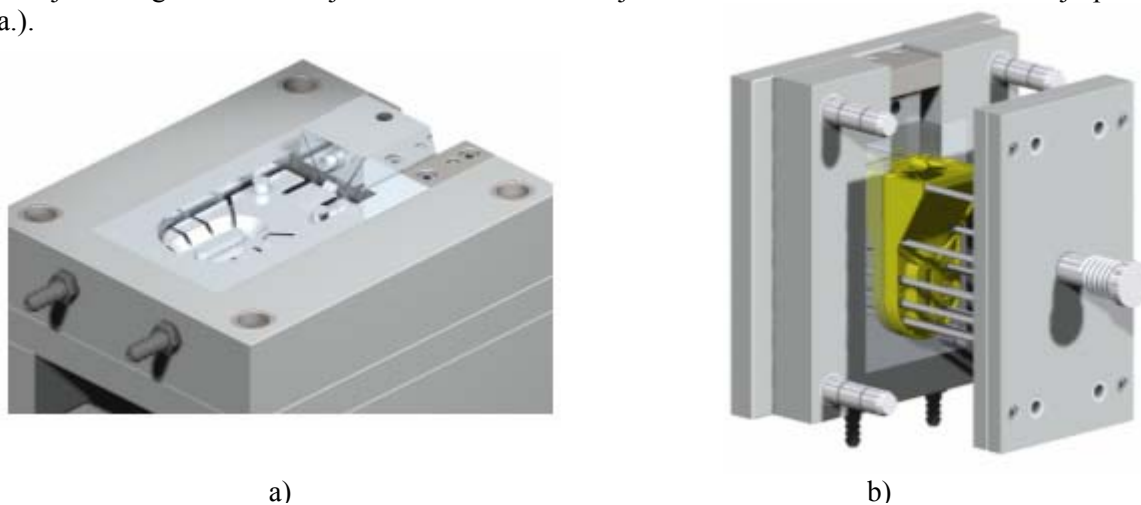
promenljivih veličina moguće je dobiti bilo koju od navedenih ploča. Ovim se dobija da umesto modeliranja velikog broja sličnih elemenata alata, postupak projektovanja se svodi na izbor koncepcije elementa i tabličnog zadavanja potrebnih parametarskih veličina. Takvu ploču naknadno treba doraditi u zavisnosti od mesta gde se u alatu nalazi i koju funkciju ispunjava.



Slika 3.

5. ZAVISNOST IZMEĐU DIMENZIJA ELEMENATA ALATA I NJIHOVIH FUNKCIJA

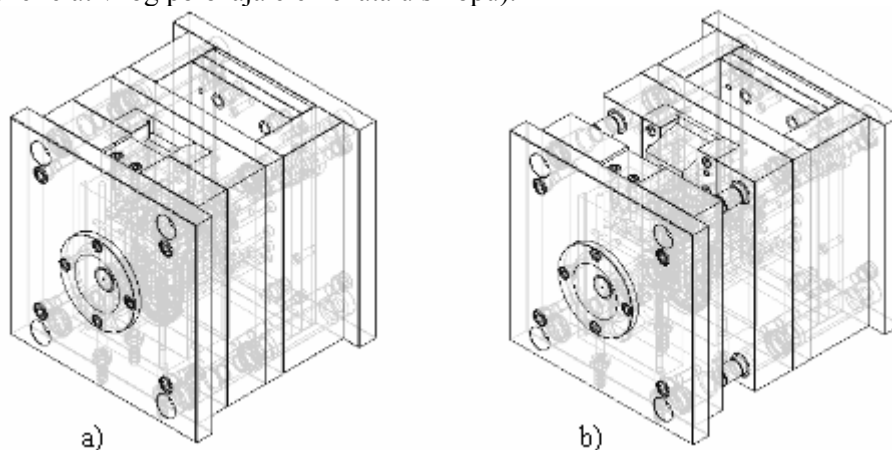
Pri projektovanju alata veoma je važno utvrditi gabaritne dimenzije pojedinih elemenata. To nekada nije moguće direktno utvrditi, obzirom na moguća komplikovana rešenja međusobnog položaja elemenata alata, kao što su slučajevi više bočnih otvaranja ili pozicioniranje izbacivača na više različitih površina. Primer alata koji je ovde prikazan jeste tipičan primer predhodno opisanog. Otvaranje alata podrazumeva sem glavnog otvaranja i jedno bočno otvaranje, koje se od glavnog pogona prenosi preko kose vodice. Sa druge strane, izbacivači su raspoređeni na tri različite ravni zbog karakterističnog oblika dela. Dimenzije i odgovarajuća relativna rastojanja trna za vođenje i samih vodica su u direktnoj vezi sa veličinom hoda potrebnog za otvaranje alata i odvođenja odlivka, kao i pravilno zatvaranje alata i formiranje jezgra. Rešenje ovog problema jeste u modeliranju ovih elemenata pomoću okruženja od koga direktno zavise. Ovim postupkom modeliranje se izvodi u samom sklopu, tako što se pojedine dimenzije i odgovarajući odnosi površina, parametarski vezuju za svoje okruženje. Pravilan položaj i dimenzije trna za vođenje u sklopu alata diktirani su položajem jedne iste površine bočnog formirača u dva različita položaja. Na slici 4. su prikazani položaji bočnog formirača koje trn i kosina za vođenje treba da ostvare u trenutku ulivanja plastike (slika 4.a.).



Slika 4.

Dimenzije izbacivača su vezane za površine na kojima treba da zadovolje ispravno formiranje jezgra i krajnjeg položaja izbacivačkog sklopa u radnoj fazi alata. Karakteristični položaji izbacivača u trenutku ulivanja plastike prikazani su na slici 4.b. Ovakvim postupkom dimenzionisanja elemenata moguće je tačno utvrditi njihove položaje u različitim fazama rada alata (slika 5.a.,5.b.). Kako su dimenzije parametarski

vezane, u slučaju bilo kakvih izmena relativnog položaja elemenata u okruženju, automatski će se promene izvršiti i na ovim elementima (npr. iz razloga sigurnosti na alatu su povećane debljine osnovnih ploča, što je dovelo do promene relativnog položaja elemenata u sklopu).



Slika 5.

6. ZAKLJUČAK

Projektovanje alata pomoću ovakvih CAD softvera nesumljivo daje bolje rezultate koji se ogledaju u bržem generisanju modela elemenata i prateće dokumentacije (radionički crteži) kao i bržim izmenama modela. Informacije koje se dobijaju iz ovih modela, kao što su težina, centar masa i momenti inercije odlivka sa jedne strane i precizna rastojanja elemenata alata, mogući zadori u alatu i kompletna vizuelizacija sa druge strane, dosta olakšavaju i unapređuju proces projektovanja alata za brizganje plastike. Kada se modeli jednom izrade, moguće ih je upotrebiti u simulacijama ulivanja plastike u jezgro alata i ispitivanjima metodom konačnih elemenata (CAE), a moguće je i generisanje putanje alata za izradu složenih formi (CAM). Proizvodni sistemi koji se bave tehnologijom alata za brizganje plastike, imaju mogućnost formiranja sopstvenih baza podataka koje bi uključivale standardne mašinske elemente (vijci, čivije) i ostale elemente alata koji se koriste u ovoj oblasti (dizne, ulivnici, vodeći stubovi, ploče).

LITERATURA

- [1] Graham G., Steffen D., Pro/ENGINEER 2001, Kompjuter biblioteka, 2002.
- [2] Urošević S., Proizvodno mašinstvo II, Naučna knjiga, Beograd 1991.
- [3] SolidWorks 2001 Plus – Reference Guide
- [4] KERN – katalog elemenata alata za brizganje plastike, 2002.
- [5] Popović M., Parametarsko modeliranje alata za brizganje plastike, Seminarski rad, 2004.

IMPROVEMENT OF DESIGN PROCESS FOR TOOLS SPRAY OF PLASTIC WITH RECENT CAD SYSTEMS

Summary

Design process for tools spray of plastic is complex process. However, in this design process we can notice some right and most of engineering follow that. Otherwise, complicate form of plastic part is a reason for complex tools with great number of same or similarly parts mate in one assembly. This paper give one approach for design process for this tools using preference of parametric modeling in CAD system.



GRAFIČKE KOMUNIKACIJE I MREŽNA PODRŠKA KONSTRUISANJU

Duško Letić, Eleonora Desnica¹

Rezime: U radu se ukazuje na alate u AutoCAD Mechanical-u, koji omogućavaju grafičku i drugu komunikaciju na Internetu ili Intranetu. Ove komunikacije su mnogostruke: od jednostavnih pomoćnih programa za slanje crteža preko elektronske pošte do programa koji podržavaju on-line skupove, kod kojih se crteži mogu menjati od strane učesnika u realnom vremenu.

Ključne reči: CAD, Internet, komunikacije

1. UVOD

U današnjem poslovnom svetu pristupanje Internetu je uobičajena stvar, gotovo pravilo. Preko Weba se može pristupiti mnoštvu podataka, pa je za svaku delatnost važno da svom osoblju Internet učini dostupnim i da tu, relativno novu tehnologiju koristi radi održavanja visokog nivoa konkurentnosti. Rad korisnika u mrežnom okruženju odlikuje se i različitim mogućnostima komunikacije. Značajno je korišćenje Interneta zbog mogućnosti elektronske komunikacije u svim fazama projektog zadatka sa ostalim učesnicima projekta, bez obzira na prepreke koje nameće prostorna udaljenost udaljenost.

Konstruktori imaju sve veće potrebe za zajedničkim radom na projektima i brzom i efikasnom razmenom informacija vezanih za ovu delatnost. Internet projektantsku jedinicu približava ogromnim resursima, a njenom izvršiocu-konstruktoru omogućuje kontakt sa bilo kim i u bilo koje vreme, kako bi se unapredila saradnja na projektima po celom svetu. Ovo unapređenje se odnosi na povezivanje, usaglašavanje i razmenu ideja kao i gotovih rešenja.

Preduzeća moraju razvijati svoje sisteme komunikacije. Dobrim sistemom komunikacije preduzeće povećava mogućnost neposrednog ("on line") praćenja i upravljanja projektom, kao i mogućnost da članovi tima što bolje razumeju ciljeve projekta. Danas sva ozbiljnija preduzeća imaju 24-časovni pristup Internet-u ili su bar prisutne svojom prezentacijom. Putem Internet-a se obavljaju poslovni dogovori, vrši se razmena ideja. Ako preduzeće ima predstavništva širom sveta i ukoliko su ona povezana na Internet, moguća je međusobna komunikacija i komunikacija sa stranim partnerima.

2. RAČUNARSKI ORIJENTISANO PROJEKTOVANJE

Proces projektovanja predstavlja interaktivni proces (na relaciji čovek – pomoćna sredstva za projektovanje) u kome projektant uređuje i menja (edituje) određene elemente u modelu koji gradi i prilagođava ih u skladu sa unapred definisanim funkcionalnim zahtevima. Pod terminom "računarsko projektovanje" podrazumeva se projektovanje sistema i/ili procesa uz podršku računara. Računarska podrška procesu projektovanja sastoji se u tome da računar obezbedi resurse za lakše kreiranje, trajno smeštanje i modifikovanje parametara modela – projekta.

2.1. Znanje i tehnologije potrebne CAD projektantu

Razvoj informacionih i komunikacionih tehnologija krajem veka stvorio je okruženje u kome su kreativni pojedinci i grupe potrebni više nego ikad, jer uslovljavaju stalnu potrebu za stvaranjem novih tipova sadržaja i usluga, u čemu kreativnost i inovacije imaju odlučujuću ulogu. Nove metode koje se koriste u projektovanju i konstruisanju, modeli, modeliranje, simulacija i dr., podstiču razvoj kreativnih sposobnosti.

¹ Prof. dr D. Letić, vanredni profesor, dletic@tf.zr.ac.yu, E. Desnica, dipl.ing. maš., desnica@tf.zr.ac.yu
Tehnički fakultet «Mihajlo Pupin», Đure Đakovića bb, Zrenjanin, 023/550-515

Projektovanje računarom zahteva od projektanta veći stepen znanja, jer projektant pored metoda projektovanja mora poznavati i savremene softvere i hardvere za rad i neprestano pratiti brze promene računara i programa. Upotreba softverskih paketa dolazi u obzir i u većini slučajeva kompletno završava posao. Neophodan uslov za održavanje stručnosti radne snage i za konkurentnost na izuzetno dinamičnom tržištu je stalno ulaganje u obrazovanje i usavršavanje. Mnoge kompanije razumevajući značaj stalnog razvoja nauke, omogućuju svojim zaposlenima usavršavanje u tehnologijama kojima se bave.

U tesnoj vezi sa upotrebom softverskih paketa, za rešavanje problema bilo koje vrste (bez obzira da li se radi o matematici ili crtanju) ni jednog trenutka ne treba smetnuti sa uma da je kompjuter ipak samo alat (istina vredan i brz) i da je čovek za sebe ostavio privilegiju postavljanja problema, izbora postupaka rešavanja i analize dobijenog rešenja.

3. MREŽNA PODRŠKA KONSTRUISANJU

Ovladavanje tehnologijom prenosa informacija predstavlja ključ razvoja ljudskog društva. Prostor, vreme, udaljenost, brzina, više ne predstavljaju prepreke u komunikacijama, omogućen je neverovatno brz protok raznih informacija i to zahvaljujući savremenim tehnologijama. Računar je postao neophodno sredstvo za odlučivanje vezano za različite radne zadatke.

Jedan od ključnih faktora uspešnosti projekta jeste kvalitetna komunikacija sa svim saradnicima. Načini i sredstva komunikacije su evoluirali tokom istorije. Klasični načini komuniciranja potisnuti su razvojem informatičkih tehnologija a sa konačnim ciljem da se projekat ostvari na vreme i kvalitetno. Potreba sa savremenim vidovima komunikacije nastala je kao posledica globalizacije svetskog tržišta i neophodnosti raspolaganja proverenom i pravovremenom informacijom u svakom trenutku i na svakoj lokaciji. Postojeći načini komunikacije (telefon, teleks, pošta) su ipak manje efikasni i manje pouzdani. Korišćenje računara u savremenim uslovima pruža korisnicima velike mogućnosti. Značajno je navesti primer korišćenja računara u tzv. Internet okruženju.

3.1. Mogućnosti CAD programa vezane za Internet

Korišćenjem CAD alata olakšava se saradnja na projektima preko mreža tipa LAN, WAN, Extranet, Intranet ili Internet. Pomoću ovih poboljšanih alata moguća je povezanost sa članovima tima koji se nalaze u udaljenim biroima i pristupanje podacima koji postoje na mrežama širom sveta.

Pitanje izbora CAD sistema je ključno pitanje. U radu je izbor AutoCAD Mechanical alata u projektovanju i elektronskoj komunikaciji, baziran na opsegu njegove rasprostranjenosti i primenjivosti pri realizaciji inženjerskih projekata.

AutoCAD Mechanical poseduje niz alata koji olakšavaju upotrebu Internet-a, i na taj način omogućuju saradnju i vezu projektanta sa bilo kim, bilo gde i u bilo koje vreme. Alati koji su ugrađeni u sam program, omogućuju punu usaglašenost između, npr. AutoCAD i AutoCAD Mechanical-a (Mechanical Desktop-a), kao i između drugih programa. Internet mogućnosti se povećavaju dodavanjem alata za pristup fajlovima na Web-u, alata za uspostavljanje hiperveza ili DXF fajlova i sl. Pomoću ovih elemenata za rad sa Web-om, mogu se zajednički koristiti fajlovi ili pristupiti njima putem Interneta i koristiti hiperveze u crtežima za rad u okruženju okrenutom ovoj globalnoj računarskoj mreži. AutoCAD Mechanical obuhvata mnoge performanse i poboljšanja da bi projektantu omogućio integralnu sistemsku podršku (logistiku) u projektovanju i konstruisanju.

3.2. Prenos crteža preko Interneta i objavljivanje Web dokumenata

Ponekad treba da crteže razmenjujemo sa drugima. Takođe, možda preduzeće namerava da reklamira svoje mogućnosti izrade crteža i projekata. Prikaz primera crteža na Web sajtu omogućiće da i drugi vide rad preduzeća. Koristeći Intranet mogu se razmenjivati crteži i biblioteke simbola sa kolegama iz kancelarije, ili, koristeći Internet sa drugim klijentima. Alati u AutoCAD Mechanical – u, koji se mogu koristiti u ovu svrhu su:

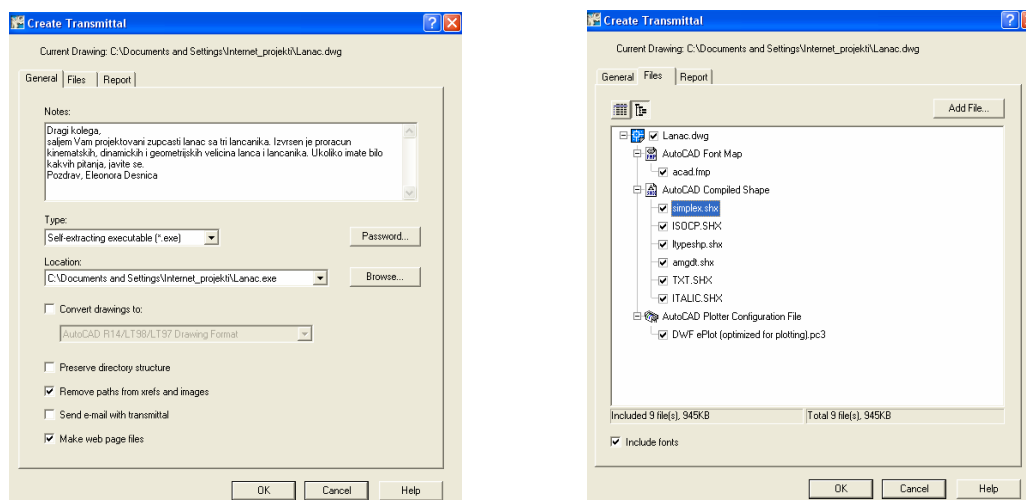
- ***eTransmit*** - komanda koja pakuje datoteke u jednu datoteku (sakuplja crteže i prateće datoteke u pakete), radi slanja elektronskom poštom;
- ***Publish to Web*** - komanda koja kreira Web stranicu za prikazivanje crteža.

• Komunikacije posredstvom alata eTransmit

Slanje srteža preko Internet–a nije jednostavno kao i slanje Word dokumenta, jer AutoCAD–ov crtež nije celina sam za sebe, nego je obično povezan sa mnoštvom drugih datoteka (fontovi, rasterske slike, spoljnoreferencirani crteži). Program eTransmit priprema fajl projekta (crteža) i pomoćne fajlove za slanje preko elektronske pošte. Ovaj vid grafičkih komunikacija predstavlja efikasan metod potreban za identifikaciju i sakupljanje pomoćnih fajlova i njihovu organizaciju na različite načine.

Komanda eTransmit obavlja sledeće funkcije: pronalazi sve datoteke povezane sa crtežom, sakuplja sve datoteke u jednu komprimovanu datoteku ili fasciklu datoteka (dozvoljava zaštitu lozinkom), uklanja putokaze sa spoljnih referenci i datoteka sa slikama (opciono), kreira Web stranicu sa linkom preme crtežima (umesto da paket šalje u vidu elektronske pošte), kreira izveštaj koji uključuje uputstvo za primaoca.

Da bi kreirali datoteku namenjenu elektronskom prenosu AutoCAD – ovih crteža, treba otvoriti crtež koji želimo poslati i pokrenuti iz menija File opciju eTransmit (slika 1). U kartici General možemo dodati svoje napomene, pronaći otmotnicu u koju želimo da smestimo komplet za slanje i izabrati da li hoćemo da datoteke budu komprimovane. U kartica Files (slika 1), dobićemo prikaz u obliku stabla sa pridruženim datotekama (bilo bi izuzetno teško da tu listu odredimo sami). Postoji mogućnost da na listi uklonimo znak potvrde za one datoteke koje ne želimo da pošaljemo. Ova mogućnost je veoma korisna kada želimo da izbegnemo slanje onih datoteka koje primalac već ima.



Slika 1. Dijalog Create Transmittal – kartice General i Files

Klikom na karticu Report, automatski se kreira izveštaj koji opisuje datoteke koje se šalju, uz napomene unete u kartici General. Slanje paketa moguće je obaviti na sledeće načine:

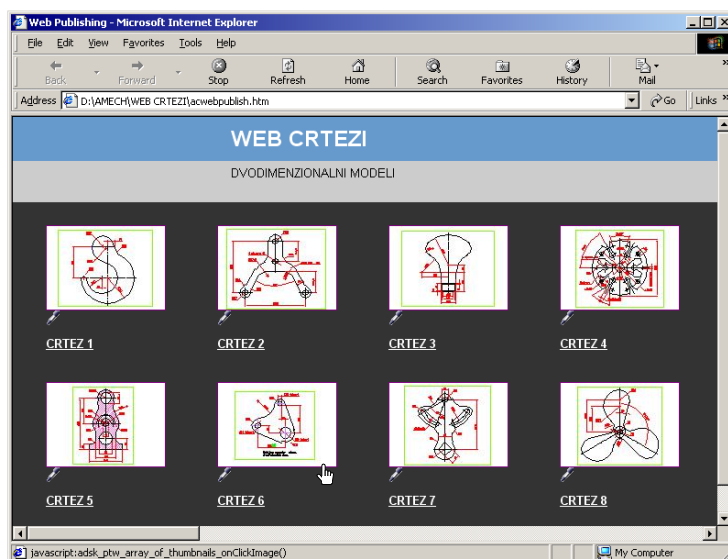
- e-mail - datoteka Lanac.exe se šalje primaocu elektronskom poštom,
- web - primaoc koristi svoj Web pretraživač da bi pristupio datotekama, koje se prenose na Web sajt pomoću FTP (file transfer protocol) servisa,
- courier – kreira datoteku Lanac.exe koja se kopira na disketu i nosi do primaoca.

• Kreiranje i objavljivanje Web dokumenata

Pomoću komande (čarobnjaka) Publish to Web, korisnik CAD programa svoje crteže konvertuje i postavlja na odgovarajuću Web lokaciju. Primenom jednostavnih postupaka generišu se HTML stranice u kojima se crteži formiraju u vektorski *.dwf, ili rasterske formate tipa *.jpeg ili *.pnr. Pri tome nije neophodno znanje iz HTML programiranja. Osnovni i pomoćni fajlovi postavljaju se direktno na Internet ili na lokalni odnosno mrežni disk. Ovim postupcima omogućuje se, takođe, i brzo ažuriranje ranije formiranih Web dokumenata na Internetu ili na intranetu lokalnog sistema.

Polazeći od činjenice da se Internet koristi kao komunikaciono sredstvo u poslovnom svetu, AutoCAD Mechanical ima takve mogućnosti koje korisnicima CAD-a olakšavaju upotrebu tog novog načina saradnje. Publish to Web pruža korisnicima CAD-a način da svoje crteže konvertuju u sadržaj pogodan za korišćenje na Web-u i da automatski naprave i na iznajmljenoj Web lokaciji ili na Intranet-u svoje firme objave Web stranicu koja sadrži grupu crteža. Možemo koristiti i komandu Dwf Out, koja izvozi crtež u datoteku u DWF formatu (Drawing Web Format – format crteža namenjen Webu), zatim treba dodati HTML kod pomoću

kojeg će se DWF datoteka pojaviti u Web stranici. Treća mogućnost je korišćenje opcije e Plot komande Plot.



Slika 2. Izgled generisanog Acwebpublish.htm Web dokumenta

4. ZAKLJUČAK

Uvođenje računarske tehnologije u proces projektovanja i konstruisanja menja karakter rada korisnika, menja njihovu profesionalnu pripremu.

Internet je najznačajnija i najpoznatija globalna računarska mreža današnjice. Današnje savremeno poslovanje ne može se ni zamisliti bez korišćenja Internet-a i njegovih servisa, što omogućuje izlazak na globalno tržište i olakšava kontakt sa poslovnim partnerima u zemlji i inostranstvu. Preduzeća koriste Internet u širokom spektru potreba: ostvarivanje konkurentnosti, bolji pristup podacima u realnom vremenu, mogućnost razmene informacija, brža i efikasnija komunikacija u okviru preduzeća i sa poslovnim partnerima, povećanje produktivnosti, kraće vreme realizacije predviđenih aktivnosti, bolji odnos prema krajnjem korisniku. Ocenjuje se da će u budućnosti društveno bogatstvo i moć biti vrednovani prema raspoloživom znanju – informacijama. Ako se znanje ne podeli sa drugima ono ostaje nepoznato i neiskorišćeno, kao i da ga nema.

Ove tehnološke pojave daju danas novu dimenziju i mogućnosti u projektovanju i konstruisanju.

5. LITERATURA

- [1] Letić, D., i drugi, *Grafičke komunikacije u inženjerskom projektovanju*, Tehnički fakultet «Mihajlo Pupin», Zrenjanin, 2002.
- [2] Letić, D., *CAD mašinskih elemenata i konstrukcija*, Kompjuter biblioteka, Čačak, 2004.
- [3] Ognjanović, M., *Konstruisanje mašina*, Mašinski fakultet, Beograd, 2000.
- [4] Lee, K., *Principles of CAD/CAM/CAE systems*, Addison-Wesley, USA, 1999.
- [5] Maguire, D., *Engineering drawing from first principles using AutoCAD*, John Wiley & Sons Inc., USA, 1998.

GRAPHIC COMMUNICATION AND NETWORK SUPPORT TO DESIGNING

Abstract: This paper shows tools in AutoCAD Mechanical, which enable graphic and other communication on Internet or Intranet. These communication are multiple: from simple subsidiary programs for consignment drawings through e-mail, to programs which uphold on-line meetings, where drawings can be changed by participants in real time.

Key words: CAD, Internet, communication



Arjana Davidescu, Carmen Sticlaru

THE INFLUENCE OF MISALIGNMENT AT WORKING TEMPERATURE UPON FUNCTIONING OF A FACE SEAL

Abstract: *The paper presents a finite element model of a face seal. The analysis was run in ANSYS and the influence of misalignment at working temperature is presented. In the first part, some general remarks upon face seal are presented. The next section deals with the FEM model and the stress and strain state is shown. Some peculiar aspects of the contact region are revealed and in the last section some conclusions are depicted from the results.*

Keywords: *face seal, finite element method, misalignment, working temperature.*

1. INTRODUCTION

Applications of mechanical seals are numerous. The most common example of application is in pumps for chemical industry. Also propeller shafts in ships and submarines, compressors, for conditioners of cars and turbo jet engines and liquid propellant rocket motors in aerospace industry require mechanical face seals.

Mechanical face seal have become the first choice for sealing rotating shafts operating under conditions of high fluid pressure and high speeds. The reason for this is lower leakage, less maintenance and longer life. A disadvantage of face seals is that when they fail, they do so completely.

Due to increasing technical environmental requirements, operational conditions are becoming more severe. Face seals have to operate at higher pressure and higher speeds, so a sufficient fluid pressure in the sealing interface is vital if excessive wear, friction and temperature rise (frictional heating) are to be avoided and a long seal life is to be ensured. However, a too thick fluid film is unfavourable with regard to leakage, as this is proportional to the cube of the film thickness. Due to environmental demands, leakage must be minimized by reduction of the separation between the faces. From the above it is clear that the demands regard to optimum sealing are contradictory. Ideally, a mechanical face seal should operate with a fluid film as thin as possible, to reduce the leakage and to restrict wear.

Mechanical seals are widely used in pumps, compressors, turbomachinery and powered vessels. Two types are employed, contacting and noncontacting mechanical face seals. The first seal type provides the most effective separation of the fluids on both sides of the seal, doing so at the expense of high friction and faster wear. The second type provides longer life but at the cost of some leakage. Premature failure of the seal may inflict damage for exceeding the value of the seal itself and, therefore, it should be avoided. In noncontacting seals the cause of failure is not always clear and may be attributed to the process, operation, design or their combination. Nevertheless, a most probable cause of noncontacting seal failure is the occurrence of some undesired intermittent contact between the seal faces. Therefore, contact elimination is of prime importance, especially in critical applications (such as nuclear reactor cooling pumps) where seal failure may have severe implications.

A comprehensive design that takes into account all the information such as seal face geometry, materials, heat transfer, mechanics, system dynamics and empirical data, promotes long seal life. This, however, is by no means an easy task, and in many cases a great amount of the information is missing.

Wear and failure of mechanical seals may be critical in certain applications and should be avoided. Large relative misalignment between the seal faces is the most likely cause for intermittent contact and the increased friction that eventually brings failure. Adjustment of the seal clearance is probably the most readily implemented method of reducing the relative misalignment and eliminating seal face contact during operation.

Mechanical face seals are used to seal a fluid at places where a rotating shaft enters an enclosure. Fig. 1 shows schematically the configuration of a mechanical seal. The rotating seal is fixed to the shaft and

rotates with it, whereas the stationary seal is mounted on the housing. The secondary seal (O rings) prevent leakage between the rotating shaft and the rotating seal, and the housing and the stationary seal, respectively. The rotating seal is flexibly mounted in order to accommodate angular misalignment and is pressed against the stationary seal by means of the fluid pressure and the spring. The primary sealing occurs at the sealing interface of both seal faces, where the rotating face slides relative to the stationary face. For proper functioning of a mechanical seal a fluid film is maintained between the faces.

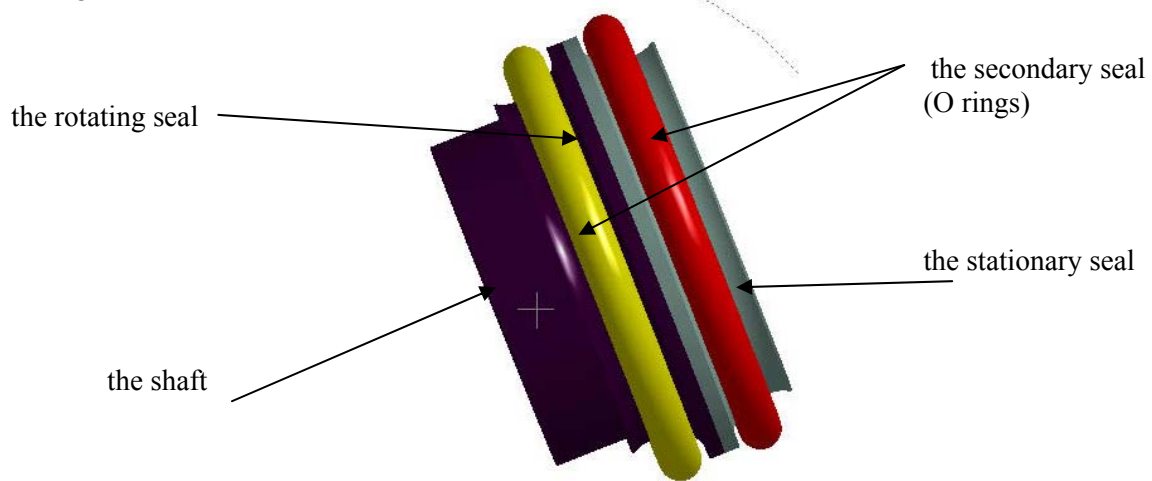


Fig. 1. Mechanical face seal.

2. THE FINITE ELEMENT MODEL

The analysis was run in ANSYS. The model has 5685 tetrahedron elements and 11670 nodes. The mesh, the constraints and the external loads are presented in figure 2. The analysis was run for different working temperatures, $[-50 \dots +150]$ °C, and external loads.

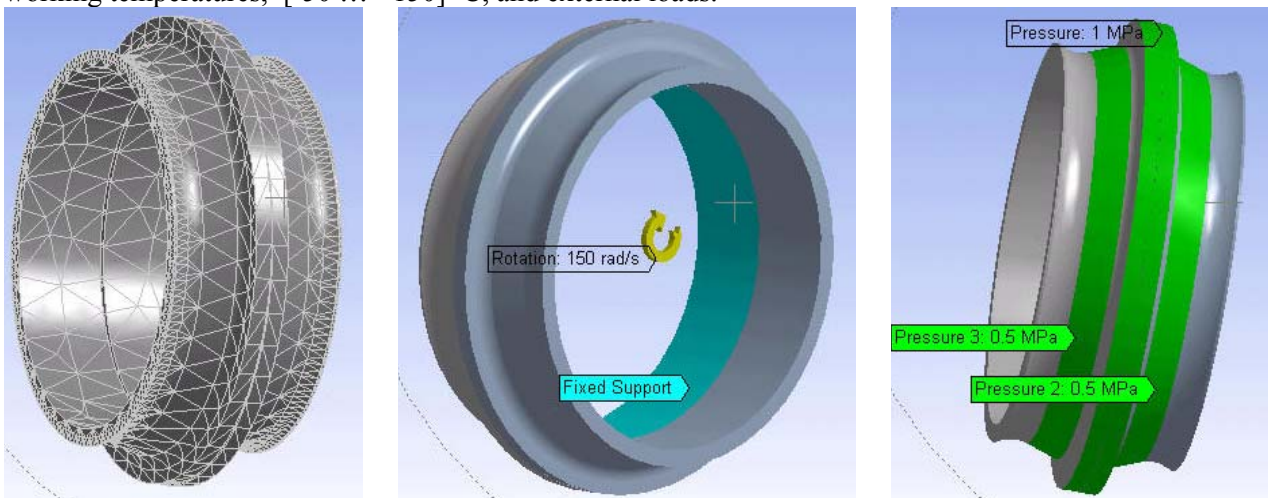


Fig. 2. The FEM model

The imposed constraints are: the stationary seal is fixed on the inner diameter and the rotating seal has an angular velocity of 150 rad/s (fig. 2). The external applied loads are: a pressure of 0,5 MPa on the contact surface between the O rings and the seals and the fluid pressure of 1 MPa (see fig. 2).

A frictional interaction is defined between the two seals. The lubrication regime is modeled in the contact region with different values of frictional coefficient. The stress and stress strain state is insignificant influenced by the coefficient of friction value. The rotating seal has different imposed displacement (belonging to 0 – 1 mm) in order to simulate the misalignment. No angular misalignment was studied.

3. RESULTS AND CONCLUSIONS

The equivalent Mises stress, for coaxial mounted and axial misalignments (0.5; 1 mm), is presented in fig. 3. An increasing tendency of stress state can be observed for higher misalignment. For misalignment greater than 0.5 mm, maximum von Mises stress has an exponential trend line.

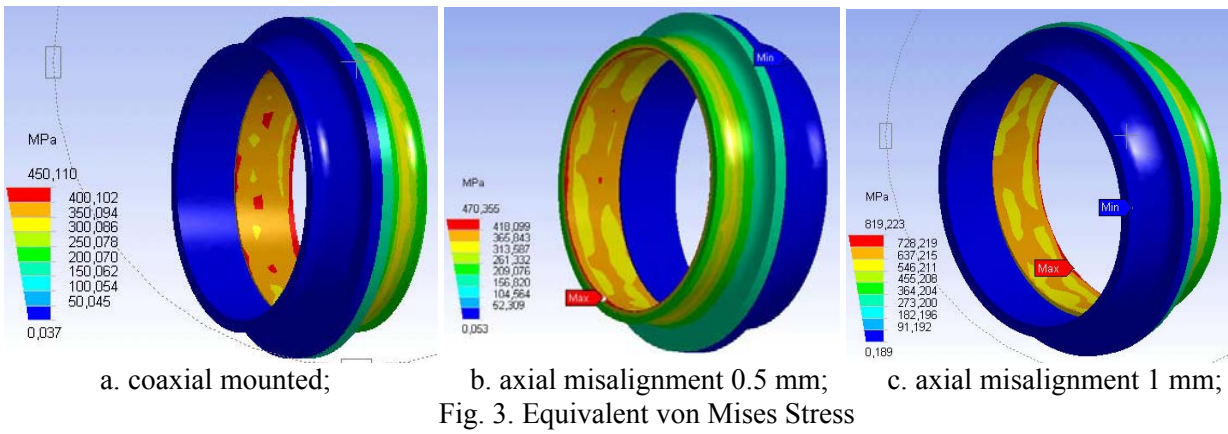


Fig. 3. Equivalent von Mises Stress

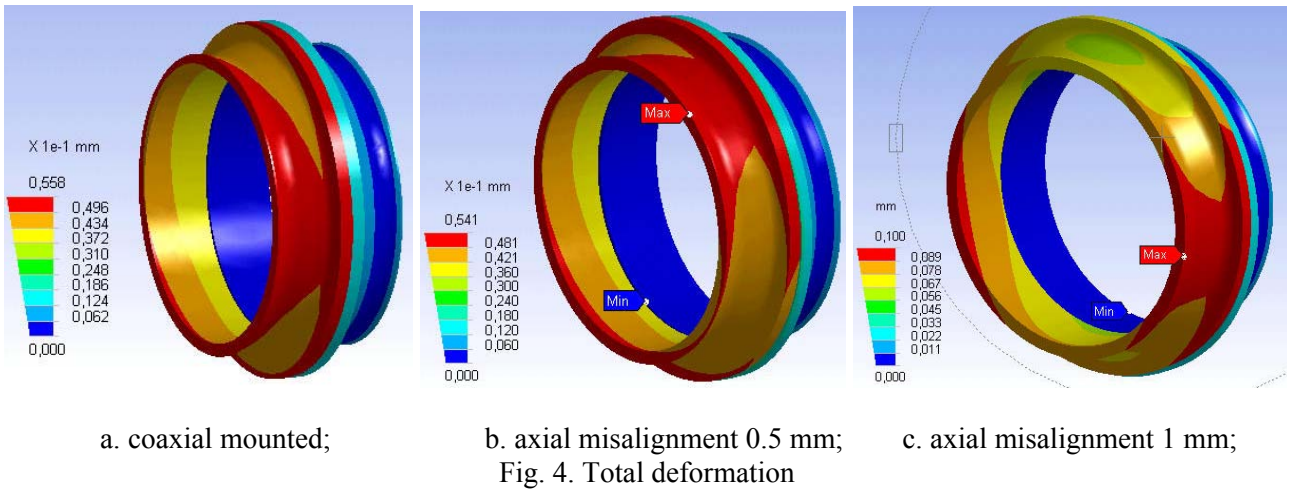


Fig. 4. Total deformation

Fig. 4 presents the total deformation for the assembly. The deformation map for all studied cases are similar. It can be observed that lower misalignments have insignificant influence upon the total deformation values, while the critical region (0.5 to 1 mm) generates deformations up to 0.1 mm.

Some interesting aspects of contact region are revealed in fig. 5 and 6. The maximum values slide to the outer side of the face seal and the region affected by contact pressure decreases due to misalignment's increasing; which prove that optimum functioning conditions are met for coaxial mounted. The maximum values for contact pressure are increasing nonlinear versus misalignment. Large relative misalignment between the seal faces is the most likely cause for intermittent contact and the increased friction that eventually brings failure.

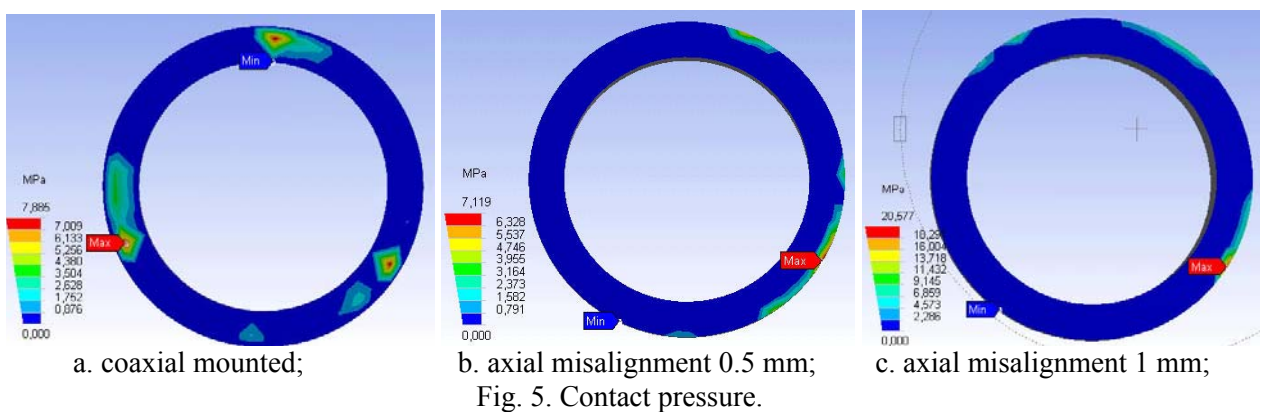
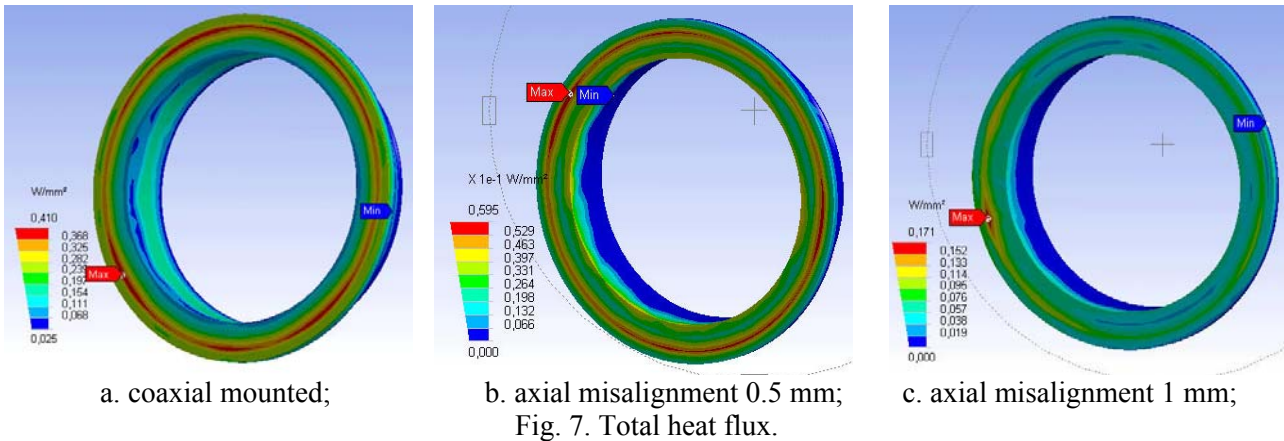
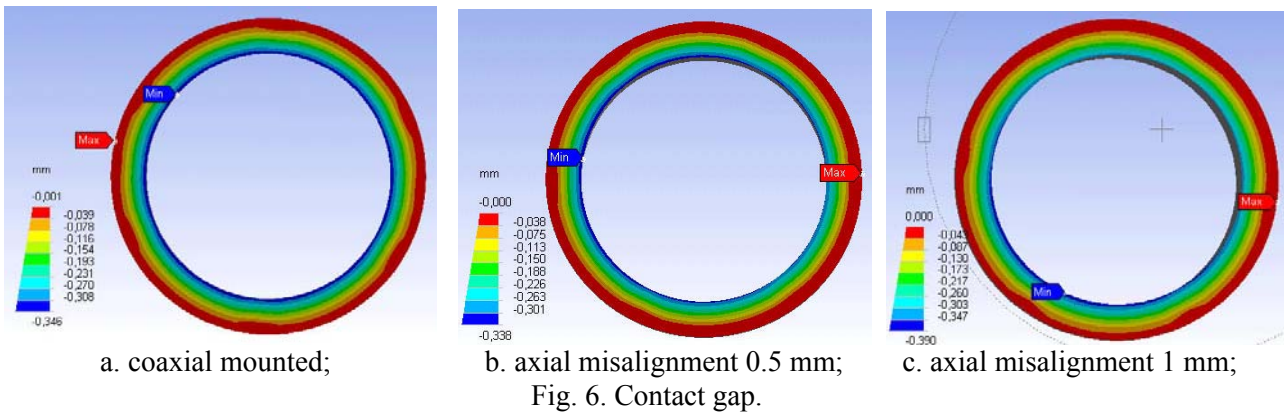


Fig. 5. Contact pressure.

The contact gap is shown in fig. 6. The distribution map looks like concentrically circles, without depending on misalignment. All registered values are negative that means the two seals are penetrating one another; the maximum values, which are all zero, occur on working outer surface that can cause leakage appearance.



Another investigated aspect is the thermal one. Fig. 7 presents the total heat flux at maximum working temperature recommended for this type of face seal [2]. For large relative misalignments, the distribution map is no longer symmetrically, which may cause functioning problems. From other point of view, the maximum values for total heat flux are increasing nonlinear with misalignment.

Some final conclusions can be depicted:

- large relative misalignments produce functioning problems – leakage appearance;
- all the investigated aspects are increasing nonlinear versus misalignment;
- for the studied FEM model, the misalignments smaller than 0.5 mm ensure an adequate functioning;
- the misalignments greater than 0.5 mm may develop nonsymmetrical loadings, malfunctioning and failure of the system.

REFERENCES

1. Lubbinge, H., On the lubrication of mechanical face seal, Ed. FEBO, Enschede, 1999;
2. *** - Handbuch Seals, Wear-Rings, Busak+Luyken Dichtungen, 1989;
3. Sticlaru, C., Balekics, M., Organe de maşini, Ed. “Politehnica” Timișoara, 2001.

30. JUPITER KONFERENCIJA
30th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



26. simpozijum

NU * ROBOTI * FTS

Beograd, april 2004..

NU – ROBOTI – FTS
NC - ROBOTS – FMS

ANGHEL, C., GILLICH, R., SUCIU, E. Neuronal solutions for the determination of the unscrew force variation dependent on the thread helix canting medium angle.....	3.5
BABIĆ, B., KALAJDŽIĆ, M. Trendovi razvoja fleksibilne automatizacije.....	3.87
BOJOVIĆ, B., KALAJDŽIĆ, M. Predstavljanje fraktala kroz novu paradigmu u nauci i tehnici.....	3.103
BONIŠOVA, M., LIPA, Z. The new trends in superfinishing.....	3.30
COMAN, L., IANICI, S. System for optical analysis of metal sheet forming.....	3.17
ĐAPIĆ, M. Unapređenje procesa razvoja korišćenjem aksiomske teorije projektovanja.....	3.115
DIBALOVA, M., LIPA, Z. Specifics of grinding process.....	3.33
DIMITROV, B. Određivanje graničnog odnosa pri dubokom izvlačenju lima eksplozijom.....	3.127
DRAGULESCU, D., TOTH-TASCAU, M., DREUCEAN, M., RUSU, L., MORCOVESCU, V. Vibrations influence on the human composite motion.....	3.135
GILLICH, R., IANICI, S., POTOCEANU, N., ANGHEL, C. Behavior of human body in vibrating environment.....	3.37
GLAVONJIĆ, M., MILUTINOVIĆ, D., ŽIVANOVIĆ, S., KVRGIĆ, V., VIŠNJIĆ, Z. O jednoj troosnoj paralelnoj mašini.....	3.49
IANICI, S., GILLICH, R., COMAN, L. Dynamic analysis of the double harmonic transmission (T.H.D.).....	3.9
KOKOTOVIĆ, B. Praktični aspekti korišćenja signala struje servomotora u nadzoru procesa obrade.....	3.83
KRIVOŠIĆ, I., ŠKATARIĆ, D. Optimizacija integralnog panela noseće strukture letelica.....	3.65
LAZAREVIĆ, I., MILJKOVIĆ, Z., BAJOVIĆ, P. Primena veštačkih neuronskih mreža u modeliranju i predviđanju otkaza filtera u industriji prerade vode.....	3.119
LUKIĆ, L., KALAJDŽIĆ, M. Prilog proračunu pogonskih sistema linearnih kretanja kod teških CNC mašina alatki.....	3.55
MAJSTOROVIĆ, V., Digitalna fabrika – fikcija, stvarnost ili budućnost.....	3.139
MANDIĆ, V., ŽIVKOVIĆ, M., PETROVIĆ, M., VULOVIĆ, S. Analiza procesa vučenja - eksperimentalna istraživanja i FEM simulacija.....	3.97
MIJANOVIĆ, M. DNC i bežični DNC.....	3.45
MILUTINOVIĆ, D. Konceptijsko projektovanje robotizovanih ćelija za elektrolučno zavarivanje.....	3.71
NAVALUŠIĆ, S., ZELJKOVIĆ, M., MILOJEVIĆ, Z., TABAKOVIĆ, S. Rekonfiguracija i retrofiting - trend u razvoju mašina alatki.....	3.59

OSIPOV, A., MELNIYCHUK, Y., SMIRNOVA, T., TANOVIĆ, L. Предпосылки и перспективы создания двухслойных керамических пластин с термостойким режущим слоем на основе	3.25
RADIĆ, V. Zavarivanje eksplozijom: od principa do prakse	3.123
RADUCA, E. Function generator from PC	3.131
ŠKATARIĆ, D., KRIVOŠIĆ, I. Raspodela napona u okolini naprsle ploče	3.68
TANOVIĆ, LJ. Mikrorezanje keramičkih materijala.....	3.92
TOTH-TASCAU, M., DRAGULESCU, D., DREUCEAN, M. Obstacle expanding for a two-dimensional workspace	3.13
ŽIVANOVIĆ, S. Varijantnost konfigurisanja mašina sa paralelnom kinematikom i pravolinijskim aktuatorima.....	3.79
Бобырь, М., Грабовский, А., Яхно, Б. МОДЕЛИ НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ СЛОЖНОМ МАЛОЦИКЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ	3.21
Мельничук, П., Выговский, Г., Громовой, А., Лоев, В. ТОРЦОВЫЕ ФРЕЗЫ ДЛЯ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	3.41
Петраков, J., Коростышевский, Д. НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКОЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ	3.1

[← NAZAD](#)

НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКОЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Предлагается новый метод управления токарной обработкой на станках с ЧПУ с помощью созданного модуля системы автоматизированного программирования, который позволяет на этапе технологической подготовки производства спроектировать скорректированную траекторию формообразующего движения и определить оптимальный режим резания.

Не смотря на широкие возможности по управлению процессом обработки на станках с ЧПУ, на практике обходятся использованием систем автоматизированного программирования (САП), которые автоматизируют только проектирование траектории формообразующего движения, а режим резания выбирает специалист, ориентируясь на справочники, опыт и интуицию. Кроме того, учитывая, что процесс резания всегда выполняется в упругой замкнутой технологической обрабатывающей системе (ТОС), геометрические расчеты САП не дают объективной информации о процессах, которые реально происходят в упругой ТОС при резании. Поэтому, применение САП не гарантирует достижение высокой точности при минимальной себестоимости обработки.

Наиболее рациональным методом управления процессами обработки на станках с ЧПУ следует считать метод управления по априорной информации [1]. Он позволяет спроектировать такую траекторию формообразующего движения, которая полностью компенсирует погрешности обработки, вызванные упругими деформациями и оптимизировать режим резания на всех этапах. Этот метод удачно сочетает высокую эффективность (особенно при контурной обработке) и низкую стоимость дополнительных затрат для его реализации. Основным средством реализации этого метода для станков с ЧПУ служит модернизированная САП, поскольку все управление осуществляется через обычную управляющую программу.

Концепция управления по априорной информации предполагает создание адекватной математической модели процесса и соответствующего алгоритма управления. Для токарной обработки управление ведется по двум каналам: движение формообразования – массивы координат x_k и y_k , а также режим резания – значения подачи S и частоты вращения шпинделя n .

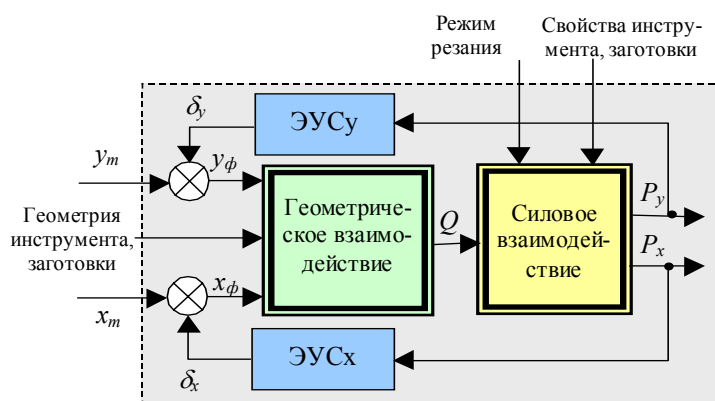


Рис.1. Обобщенная функциональная схема процесса точения на станке с ЧПУ

Решение задачи коррекции формообразующего движения проводится на основе представления математической модели процесса с использованием системного подхода и математического аппарата теории автоматического управления (рис.1).

Движение инструмента по заданной траектории определяется координатами x_m , y_m , которые сообщаются соответствующими приводами станка и являются желаемыми. В результате взаимодействия инструмента с заготовкой, согласно координатам формообразующего движения, происходит удаление

части припуска, который определяется вектором Q , содержащем геометрические элементы режима резания через соответствующую передаточную функцию W_{cp} . Эти элементы определяют силу резания, которая в случае токарной двухкоординатной обработки может быть представлена составляющими P_x и P_y . Передаточные функции W_{npx} и W_{npy} представляют такое преобразование зависимостями, известными из теории резания с учетом поворота вектора составляющей P_{xy} силы резания по

контуру детали для соответствующего вида обработки. В результате упругих деформаций эквивалентной упругой системы, которая представляется передаточными функциями $W_{эу\text{сх}}$ и $W_{эу\text{су}}$ фактическая траектория инструмента определяется координатами $x_\phi = x_m - \delta_x$ и $y_\phi = y_m - \delta_y$, где составляющие упругих деформаций по координатным осям определяются зависимостями:

$$\begin{cases} \delta_x = x_\phi W_{\text{зр}} W_{\text{нр}} W_x W_{\text{эу\text{сх}}}, \\ \delta_y = y_\phi W_{\text{зр}} W_{\text{нр}} W_y W_{\text{эу\text{су}}}. \end{cases} \quad (1)$$

Согласно принципу управления по априорной информации, корректирующие передаточные функции определяются для каждой координаты отдельно:

$$\begin{cases} W_{kx} = 1 + W_{\text{зр}} W_{\text{нр}} W_x W_{\text{эу\text{сх}}}, \\ W_{ky} = 1 + W_{\text{зр}} W_{\text{нр}} W_y W_{\text{эу\text{су}}}. \end{cases} \quad (2)$$

Поскольку определение аналитических выражений передаточных функций, записанных в правых частях (2) не представляется возможным, для решения задачи коррекции можно воспользоваться упрощенной зависимостью для определения произведения передаточных функций. Тогда скорректированная траектория движения инструмента, которая обеспечивает полную компенсацию упругих деформаций технологической системы, определяется массивами:

$$\begin{cases} (x_k)_i = (x_m)_i (1 + \delta_x / x_\phi), \\ (y_k)_i = (y_m)_i (1 + \delta_y / y_\phi). \end{cases} \quad (3)$$

Таким образом, предложенный алгоритм позволяет не только определить фактическую траекторию инструмента, но и решить задачу коррекции траектории с целью повышения точности обработки. Кроме того, поскольку в процессе моделирования рассчитываются составляющие силы резания, модернизированная САП позволяет проверить требования к процессу, с этой точки зрения выполнения прочностных требований к процессу.

Научно обоснованный подход к назначению параметров обработки должен быть обеспечен процедурой оптимизации. Существует достаточное количество алгоритмов оптимизации [2,3], однако они являются эффективными для стационарных систем и схем резания, параметры которых не изменяются в процессе обработки. Решение задачи оптимизации строится на зависимости оптимального режима резания от текущей глубины резания.

Характерным признаком токарной обработки на станках с ЧПУ, в особенности фасонных поверхностей, является квазистационарная по проходам глубина резания. Как известно, при назначении режимов обработки с использованием САП, специалист задает желаемую глубину резания на черновых проходах и на заключительном чистовом проходе. Тем не менее, даже при самом простом контуре детали можно обнаружить минимум три зоны припуска, которые характеризуются разной глубиной резания. Например, при обработке детали, контур которой состоит из цилиндра и конуса при заготовке из цилиндрического прутка (рис.2).

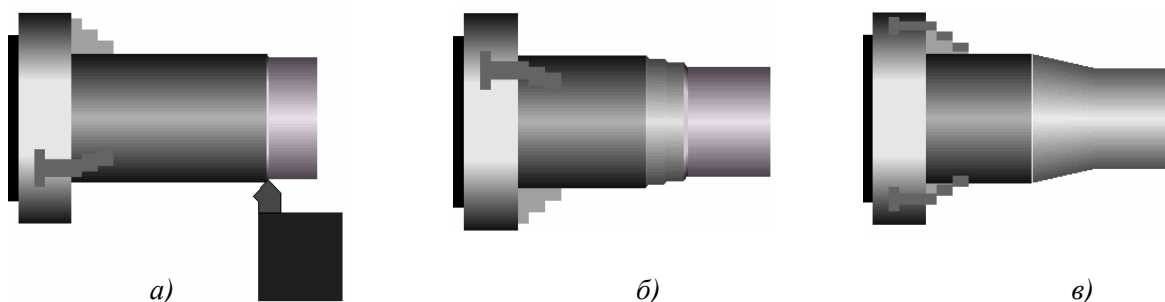


Рис. 2. Моделирование токарной обработки с помощью САП для станков с ЧПУ

При проектировании в САП была установлена черновая глубина резания $H_{\text{чорн}}=2\text{мм}$, чистовая глубина резания $H_{\text{чист}}=1\text{мм}$. В процессе моделирования на первом черновом проходе (рис.2,а) значение глубины резания составляет $H=1,33\text{мм}$, дальнейшие черновые проходы (рис.2,б) выполнялись с приблизительно одинаковой глубиной резания, которая практически соответствовала заданной $H\approx 2\text{мм}$. Незначительные колебания фактической глубины резания вызваны упругими деформациями замкнутой технологической обрабатывающей системы. Выполненные черновые проходы сформировали чистовой припуск, который в сочетании со специфическими особенностями контурной обработки (рис.1,в), определяет переменную глубину резания, изменяющуюся на чистовом проходе в диапазоне $H=0,25-2,5\text{мм}$.

Следовательно, при постоянном режиме резания, даже если он является оптимальным для одного какого-либо значения глубины резания, в целом оптимальным будет режим резания только на части выполняемых траекторий рабочих движений, которая может быть оценена от 50% до 80%. Вот почему возникает необходимость автоматического определения оптимального режима резания в зависимости от текущей глубины резания, исходных данных процесса и станка на этапе технологической подготовки производства.

Основу процедуры оптимизации составляет математическая модель процесса резания, которая строится в виде системы неравенств, выражающих связи между управляющими воздействиями (n , S), ограничениями и принятым критерием оптимальности (максимальная производительность) (рис.3). На рис.3 приняты следующие обозначения: 1,2- минимальная и максимальная подача S ; 3,4- наибольшая и наименьшая частоты вращения шпинделя n ; 5- ограничения по шероховатости поверхности детали; 6 – ограничение по допустимой силе механизма подачи станка; 7- ограничение по стойкости режущей пластины из твердого сплава; 8,9- ограничения по стойкости инструмента и мощности станка; 10 - функция максимальной производительности. Графически наложенные ограничения образуют многоугольник с конечным числом вершин, то есть область возможных решений системы (область D), где каждая точка удовлетворяет неравенствам, которые принимают участие в ее образовании. Для нахождения оптимального сочетания воздействий (n , S) необходимо определить, в которой из вершин образованного многоугольника функция двух переменных $f = n \cdot S$, будет принимать максимальное значение. Экстремум целевой функции всегда является глобальным,

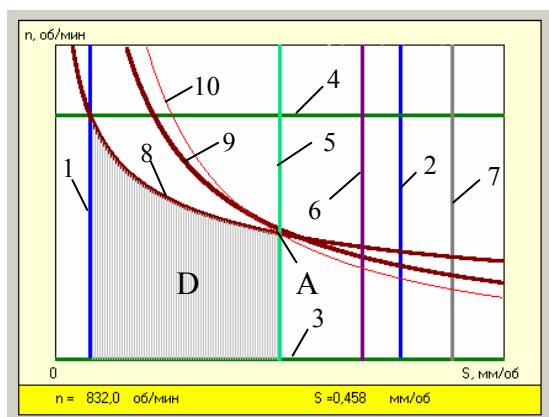


Рис.3. Фазовая плоскость управления

поэтому его нахождение выполняется алгоритмом, реализующим направленный перебор крайних вершин многоугольника D. Оптимальной будет вершина, наиболее удаленная от начала координат.

Принципиальным отличием математической модели от известных аналогов есть тот факт, что система технологических ограничений не является постоянной. Неравенства, которые зависят от конкретных условий и содержат в своем составе функцию глубины резания, будут изменять свое положение в фазовом пространстве n , S при изменении текущей глубины резания. В результате будет изменяться и оптимальная точка, которая определяет максимум целевой функции.

На кафедре технологии машиностроения НТУУ «КПИ» создан инструмент практической реализации разработанных алгоритмов в виде автономного программного продукта, который используется при технологической подготовке производства вместе с САП для станков с ЧПУ (рис.4).

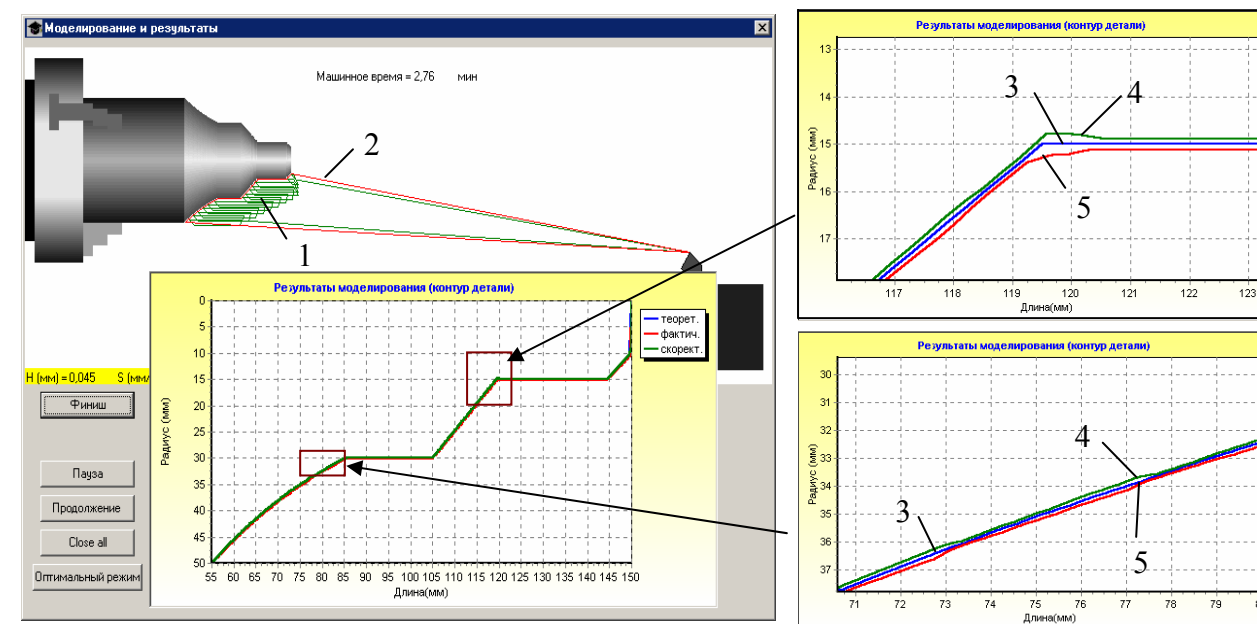


Рис.4. Состояние интерфейса после окончания моделирования

Результаты моделирование представлены в графическом виде, где приняты следующие обозначения: линия 1 – траектории черновых проходов, линия 2 – траектория чистового прохода, в увеличенном масштабе представлены участки, где линиями 3 показан контур, заданный чертежом, линией 4 – фактически обработанный контур, полученный при моделировании обработки без коррекции, когда вершина резца на окончательном проходе перемещается по теоретической траектории. Линией 5 показана скорректированная траектория вершины резца, при движении по которой гарантируется обработка контура по такой фактической траектории, которая совпадет с теоретической, заданной чертежом.

Как и следовало ожидать, погрешность обработки, вызванная упругими деформациями ТОС, переменная по контуру и имеет значительные модификации даже на участках контура, который описан одним геометрическим элементом. Выявленная закономерность объясняется технологической наследственностью от влияния действующих в системе дестабилизирующих факторов: переменного припуска на чистовую обработку и переменных передаточных функций процесса формообразования.

Таким образом, в результате моделирования токарной обработки контура детали, при помощи разработанного модуля управления, САП получает массивы данных, которые представляет собой скорректированную по априорной информации траекторию движения вершины резца на окончательном проходе, что позволит устранить влияние переменных упругих деформаций и значительно повысить точность обработки. Для практического использования полученных результатов, файл с рассчитанным массивом используется САП токарной обработки в качестве исходного для проектирования программы в кодах соответствующего постпроцессора станка.

При нажатии кнопки «Оптимальный режим» на интерфейсе рис.4 выполняется процедура оптимизации в соответствии с представленным выше алгоритмом и на дополнительный интерфейс (рис.5) выводятся результаты оптимизации в графическом виде: линия 1 – оптимальная скорость вращения шпинделя и линия 2 – оптимальная подача на последнем проходе.



Рис.5. Оптимальное управление режимами резания на чистовом проходе

Предлагаемый программный модуль позволяет существенно стабилизировать условия обработки на всех участках профиля, снизить диапазон изменения силы резания, повысить точность и значительно в 2-2,5 раза повысить производительность обработки.

Предварительные результаты практических исследований подтвердили высокую эффективность модуля управления и отсутствие всяческих затрат на модернизацию действующего оборудования.

Список литературы

1. Петраков Ю.В. Теорія автоматичного управління в металообробці.- Київ.:ІЗМН, 1999.- 212с.
2. Рубашкин И.Б. Оптимизация металлообработки при прямом цифровом управлении станками. Л.: Машиностроение . 1980.
3. Гжиров Р.И., Серебряницкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990.-588с.-ил.



Cornelia Victoria ANGHEL¹, Rainer GILLICH², Elena SUCIU³

NEURONAL SOLUTIONS FOR THE DETERMINATION OF THE UNSCREW FORCE VARIATION DEPENDENT ON THE THREAD HELIX CANTING MEDIUM ANGLE

Abstract

The paper presents the general expression of the unscrew force variation dependent on the medium helix canting angle β and the conventional friction angle ϕ^l .

With general the force expression we obtain a diagram with a negative zone for $\beta < \phi^l$ and a positive zone for $\beta > \phi^l$. These zones permit to build a neuronal network.

Keywords: *the axial force, the screw/unscrew force, the medium helix canting angle, the friction angle, quadric/ deltoid thread.*

1. Introduction

At the screw threaded detachable adjustments, when force expressions are established, identical relations are established for the screw and unscrew force computing dependent on the screw axial force, on the thread helix canting medium angle and on the conventional friction angle between the adjustment coil, even if the used notations are different.

There are also university manuals, that offer computing expressions identical to the classical ones for the screw forces and different for the unscrew ones.

In the paper we study the unscrew force variation dependent on the thread helix canting medium angle and the validity field of the relations is underlined, indicating the solution in avoiding the apparent contradiction between the classical and the recent expressions.

2. The establishment of the unscrew force expression at the deltoid thread.

The determination of the mathematical correlations between the forces that appear in the deltoid thread is done considering the fact that the nut is removed and it is replaced with a rigid case that moves by friction on a canting angle plan β equal to the thread helix canting medium angle, considered rolled of on a pace [1,4,5,6].

We accept that the rise of the rigid case on the canting plan corresponds to the nut screw, and the descending – to the nut unscrew.

The forces considered in the operations are: $F[N]$ – the screw axial force and that gathers the piece package, being modeled by the rigid case weight; $R[N]$ – the resultant obtained by the vector gathering of the normal reaction $N[N]$ with the friction force between the body(case) and the plan μ^l . $N[N]$, the unscrew force is noted with $T^l[N]$.

¹Ș.I.dr.eng. Cornelia ANGHEL – „EFTIMIE MURGU” University of Resita, Computer Science Departament, canghel@uem.ro, Romania;

² S.I.PhD.eng. Rainer GILLICH - „EFTIMIE MURGU” University of Resita, Romania;

³ Assist.dr.eng. Elena SUCIU - „EFTIMIE MURGU” University of Resita, Romania.

Modeling the nut unscrew by the rigid case descending on the canting plan of the angle $\beta=30^\circ$, the following measures are accepted: $F=500\text{N}$, $\mu^1 = 0,12278$, i.e. $\varphi^1 = \text{arctg}\mu^1 = 7^\circ$, $N = F\cos\beta+T^1\sin\beta=500\cos30^\circ+212,237.\sin30^\circ=540\text{ N}$, $\mu^1.N= 0,12278.540=66,3\text{ N}$.

The forces are marked at the scale $k = 10/1[\text{N/mm}]$, see fig. 1.a

Based on the scheme in fig.1.a) the balance condition referring to the force, under the shape of a vector sum:

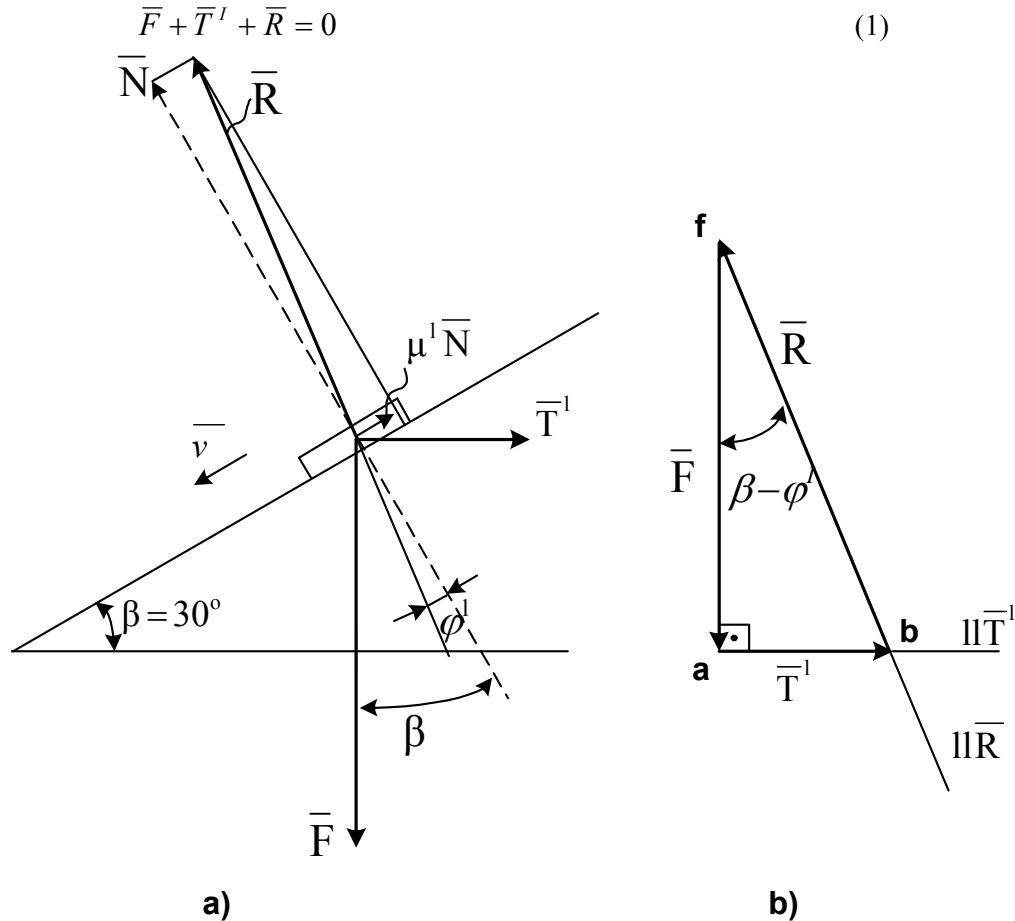


Fig.1
a) The nut unscrew modeling through the rigid case descending on the canting plan;
b)The vector triangle obtained from the balance condition referring to the force.

The vector equation (1) contains the screw axial force F being the completely known vector, and the vectors T^1 and R have the known directions with the measures considered unknown, that is the equation (1) has two unknown scalars and is graphically solved, marking at the scale $k = 10/1[\text{N/mm}]$ the corresponding vector polygon, see Fig.1.b). The vectorial right-angled triangle fab is obtained with the right angle between F and T^1 and the angle between F and R is $\beta-\varphi^1$, that is the unscrew force can be written with the relation:

$$T^1 = F \cdot \text{tg}(\beta-\varphi^1) \tag{2}$$

From the vectorial triangle fab , result the unknown vector measures: $T^1 = k \cdot (ab) = 10 \cdot 21 = 210\text{ N}$,
 $R = k \cdot (fb) = 10 \cdot 57 = 570\text{ N}$.

3. The graphic presentation of the unscrew force dependent on the thread helix canting medium angle

We consider a triangle threaded adjustment where the screw and the nut are made of steel, the friction between the threads is dry, that is $\varphi^1 = 7^\circ$, considering that the screw axial force is $F = 500\text{N}$, then admitting $\beta = 1^\circ, 3^\circ, \dots, 39^\circ$, with the relation (2) the table 1 can be completed.

Table1. The screw force variation dependent on the thread helix medium canting angle

$\beta [^\circ]$	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
$\text{tg}(\beta - \varphi^l)$	-0,105	-0,07	-0,034	0	0,034	0,07	0,105	0,14	0,19	0,212
$T^l [\text{N}]$	-52,55	-34,96	-17,46	0	17,46	34,96	52,55	70,27	97,19	106,30
$\beta [^\circ]$	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
$\text{tg}(\beta - \varphi^l)$	0,249	0,287	0,325	0,364	0,404	0,445	0,488	0,532	0,577	0,625
$T^l [\text{N}]$	124,66	143,37	162,46	181,98	202,01	222,61	243,87	265,85	288,68	312,43

With the data from the table 1 the diagram from Fig.2. is marked

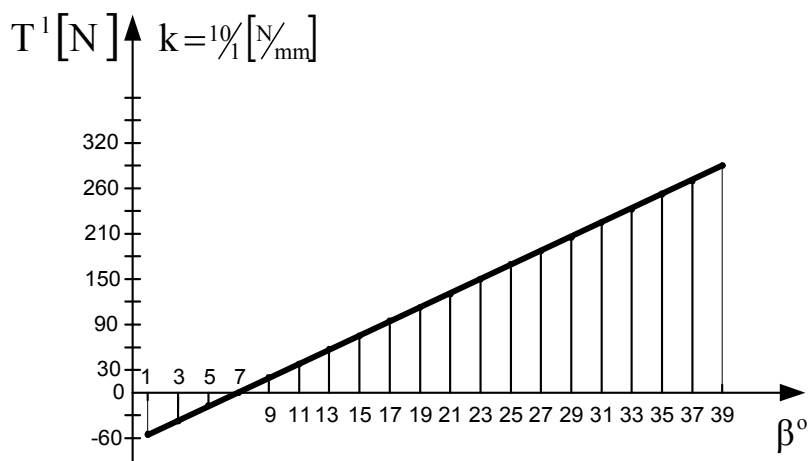


Fig.2

The variation diagram of the unscrew force dependent on the canting angle of the thread.

4. The unscrew force diagram interpretation

From the fig.2 we observe that the unscrew force at the deltoid thread is negative on the interval $\beta \leq \varphi^l$ when the threaded adjustment fulfills the self-locking condition and is positive for the case of the other threaded adjustments on the interval $\beta > \varphi^l$.

If the unscrew force variation is analyzed at the quadric thread, a diagram similar to the one in fig.2 is obtained, except that instead of φ^l appears φ .

The unscrew force of the quadric thread is negative on the interval $\beta \leq \varphi$, when the threaded adjustment materializes the self-locking condition and is positive on the interval $\beta > \varphi$.

The computing relation of the unscrew force dependent on the medium canting thread is recognized by the manual authors, under the following shape:

$$T^l = F \cdot \text{tg}(\beta + \varphi^l) \text{ – for the deltoid thread} \quad (3)$$

and

$$T^l = F \cdot \text{tg}(\beta + \varphi) \text{ – for the quadric thread} \quad (4)$$

5. The analysis of some relations proposed for the unscrew force determination

Some manuals [6] present the computing (operational) relations of the unscrew forces written in the form of:

$$T^l = F \cdot \text{tg}(\varphi^l - \beta) \text{ – for the deltoid thread} \quad (5)$$

respectively

$$T^l = F \cdot \text{tg}(\varphi - \beta) \text{ – for the quadric thread} \quad (6)$$

These expressions are correctly maintained with descending schemes with friction of a rigid case on a medium canting angle of the thread helix β , but considered for the case $\beta \leq \varphi^l$ or $\beta \leq \varphi$ when the deltoid and quadric threaded adjustment fulfills the self-locking condition. The graphic presentation is suggestive because the vectors T^l have the descending direction on a canting plan, being positive from the operations.

The relations (5) and (6) are not convincing anymore for the interval case $\beta \leq \varphi^l$ or $\beta \leq \varphi$, when they give negative measurements.

From the table dates and diagram of the unscrew force we can build a neuronal network.

6. CONCLUSIONS

The classical relations for the unscrew force operation at the quadric and deltoid adjustments have a high generality degree and are valid if the two intervals for the thread helix medium canting angle variation β are taken into consideration.

The sizes of the friction angles φ^l or φ delimits the adjustment functioning with self-locking, or without this condition, as in the case of the motion screws when high mechanical efficiencies are followed, that means high values for β , high over φ^l or φ .

References

- [1] Anghel, Șt. - Organe de mașini. Vol.I, Editura "Eftimie Murgu", Reșița, 1995;
- [2] Anghel, Șt.- Îndrumar de lucrări de laborator la Organe de mașini și mecanisme. IPTV Timișoara, 1990;
- [3] Anghel, Șt. ș.a. – Testarea organelor de mașini. , Editura "Eftimie Murgu", Reșița, 1998;
- [4] Gafițanu, M. ș.a. – Organe de mașini. Vol.I, Editura Tehnică, București – 1981;
- [5] Manea, Gh. - Organe de mașini. Vol.I, Editura Tehnică, București – 1970;
- [6] Mădăras, L. - Organe de mașini. Vol.I, I.P.T.V. Timișoara, 1990.

Sava Ianici¹, Gilbert-Rainer Gillich², Liviu COMAN²

DYNAMIC ANALYSIS OF THE DOUBLE HARMONIC TRANSMISSION (T.H.D.)

Abstract: *The paper presents an original method for determining experimental the forces distribution on the portant elements of the toothed harmonic drives, as well as the used test stand's draft. Taking into consideration the results of the theoretical and experimental tests it may be asserted that they harmonic almost entirely, the deviation being situated under 6%.*

1. INTRODUCTION

For the experimental determination of the forces in the gearing's zone of T.H.D. you can apply for various methods and techniques of work. Choosing one of them entails knowledge in the advantages and disadvantages of these ones and also knowledge in their limitation, in order to choose the best method, is necessary.

Experimentally, having in view complex researches of T.H.D., [2], a reduction gear was projected and then materialized, having the following characteristics: transmission ratio, $i \approx 48$; waves generator with eccentric disk; inner diameter of the flexible wheel, $d_2 \approx 58$ mm; module, $m = 0,3$ mm; the maximum radial deformation, $w = 0,3$ mm; $z_2 = 200$ teeth; $z_3 = 202$ teeth; $z_2 = 190$ teeth; $z_4 = 188$ teeth.

Figure 1 presents the structural scheme of a T.H.D.: 1 – input shaft; 2 - waves generator with eccentric disk; 3 – short flexible toothed wheel; 4 – fixed rigid wheel; 5 – mobile rigid wheel; 6 – output shaft; 7 – right semicarcasse; 8 – left semicarcasse.

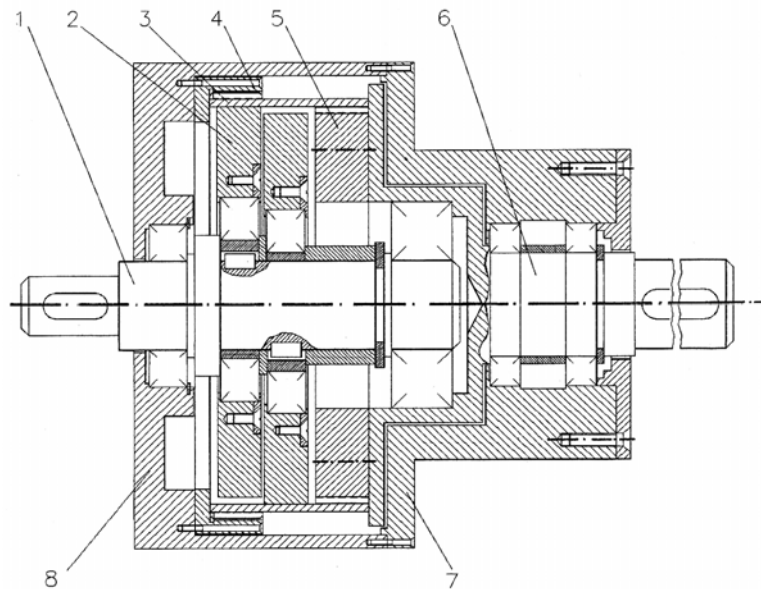


Figure 1. The structural scheme of a T.H.D.

The adoption of a constructive solution permits static or dynamic experiments, a quick assembling / disassembling and the existence of various possibilities of changing the main components, mainly taking over the signals from the measure's translator which investigates the short flexible toothed wheel and the control teeth of the rigid wheels.

¹ Professor Ph. D., Romania, University of Resita, Faculty of Engineering, e-mail: s.ianici@uem.ro

² As. Professor Ph. D., Romania, University of Resita, Faculty of Engineering, e-mail: l.coman@uem.ro

2. TEST STAND FOR THE EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE FORCES FROM T.H.D.

For an experimental determination of the tangent forces from the teeth, in the two “harmonic” gearing zones it was used the well known method [3] based on the electrical resisting tensiometry.

The establishment of the character of the distribution’s rule of the tangent forces between teeth (for I-I / II-II sections) is implemented due to the tensiometric detecting element type EA-06-125BT-120 (Micro – Measurements Division, U.S.A.), $k = 1,98$; $R = 120 + 0,2\% \Omega$ stuck on the control teeth of the rigid wheels, fixed or mobile and protected against humidity by rubberized putty type A.K. 22 Hottinger.

Figure 2 presents the control teeth of the two rigid wheels and the possibility of soldering the two tensiometric detecting element on each control tooth, which were examined by experimental tests.

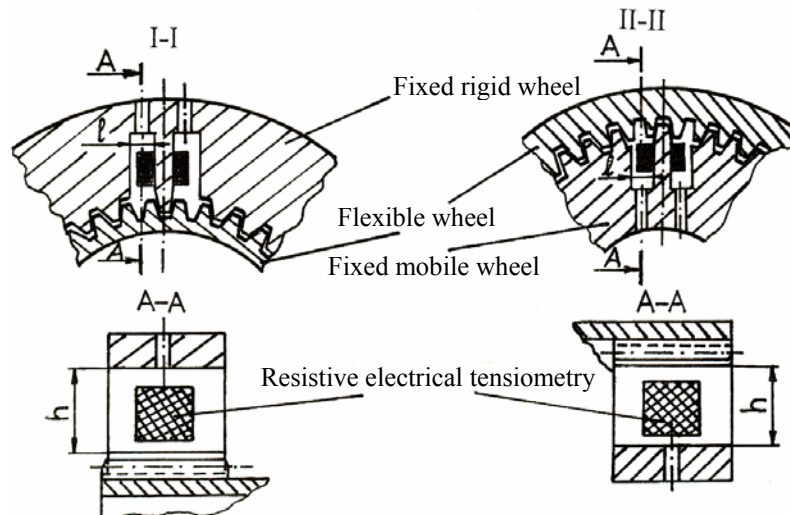


Figure 2. The control teeth of the two rigid wheels

Figure 3 presents the block draft of the installation and the apparatus used for the experimental determination of the forces from the “harmonious” gearing, the two steps, which includes:

ME – DC electric motor with the possibility of rotation’s regulation;

TC – transmission through the trapezoidal driving belt;

TI – inductive translator of spurs (type IWB 202 R.F.T.) fixed on the direction of the maximum eccentricity of the waves’ generator, which shows a complete rotation

TAD – toothed harmonic drive liable to tests;

AT – tensiometric amplifier (type N2302 and N2301);

AS – signal’s attenuator (type 8MW-1);

AD – adaptor (type AD102);

SAD – information’s acquisition system;

PC 586 – electrical PC;

IN – 8 channel recorder;

FM – mechanical brake;
 D – dynamometer.

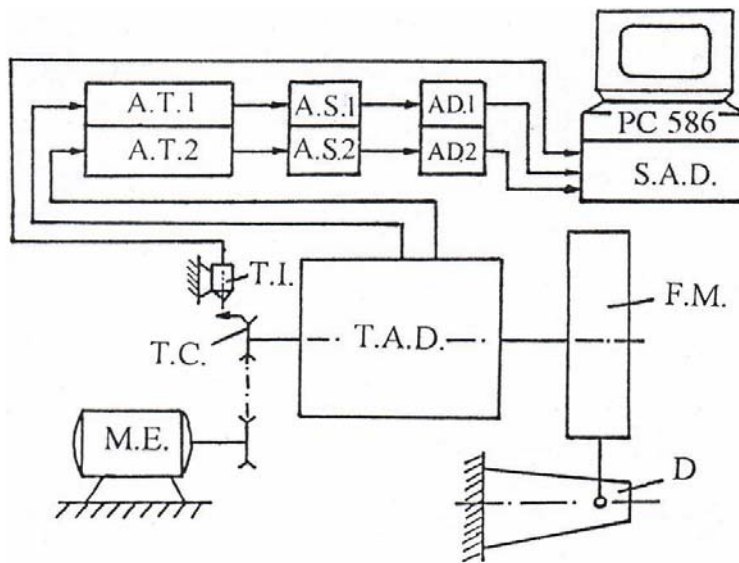


Figure 3. The block draft of the installation

This assembly was adopted due to its constructive simplicity, to the high precision, result of the apparatus in use, the acquisition system, the recording and the processing of measured magnitudes' results.

3. RESEARCHES AND EXPERIMENTAL RESULTS

For an experimental determination of the tangent forces which actuate against the flexible wheel's teeth, which are in process of gearing with the rigid wheel's ones. (the two steps of T.H.D.), the elastic deformation of the control teeth on the two rigid wheels were measured.

Figure 4 presents the distribution's rule of the forces on the short flexible cogged wheel's teeth in two sections: curve 1 – experimental, curve 2 – theoretical, obtained as a result of the oscilogram's processing, recorded on the PC 586 through the information's acquisition of the system.

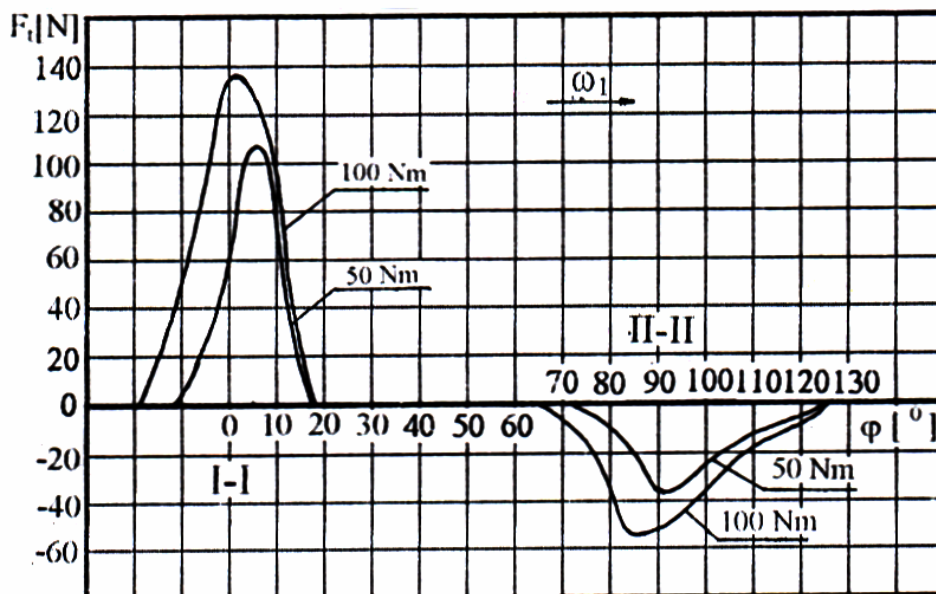


Figure 4. The distribution's rule of the tangent forces

4. CONCLUSION

Analysing the diagrams experimental determined, it may be remarked:

- distribution curve's character of the force on the gearing teeth (I-I section) is the same as the one of the simple harmonious transmission [1], [3];
- the "harmonious" gearing zone II-II (φ_{aII}) for $M_t = 50\text{N}\cdot\text{m}$ is deviated with $\approx 90^\circ$ given the gearing zone I-I (φ_{aI}) and it outruns it as a surface (≈ 40);
- the differences between the diagrams of the force on the teeth from the gearing I-I, II-II, is explained as follows: in section I-I, the change of short flexible cogged wheel's shape is limited from two sides (the fix rigid wheel and the wave generator) while in the II-II section it is limited only by the mobile rigid wheel; and there's a great possibility of changing the shape of the flexible wheel for the increasing of the loading charge ($>50\text{N}\cdot\text{m}$);
- there are confirmed the theoretical results from [2] regarding the character of the distribution's rule of the force situated on the teeth in the process of gearing (for the 2 gearing's section's) and the maximum value of the tangential experimental determined force deviates with 6% given the theoretical determined one.

REFERENCE

1. Anghel, Șt., Ianici, S., **Design of Mechanic Transmission**, vol.II, Timisoara, 1993
2. Ianici, S., **Contributions to the synthesis of the transmission with deformable elements**, Doctorship dissertation, University Timisoara, 1998.
3. Ianici, S., **Structural analysis of the Double Harmonic Transmission used in driving industrial robots**, Robotics and Management, ISSN 1453-2069, Resita, 1997.
4. Ianici S., **Analysis of the stress status within the short flexible toothed wheel of a D.H.T. (Double Harmonic Transmission) by using F.E.M. (Finite Element Method)**, 3rd International Symposium Interdisciplinary Regional Research, F.T.N. Novi Sad, 1998.
5. Ianici S., **A kinematic and strength analysis of a Double Harmonic Transmission**, Analele U.E.M. Resita, 1999.
6. Ianici, S., **Contributions on determining the forces distributions in the toothed harmonic drive (T.H.D.)**, The 8-th Symposium on Mechanisms and Mechanical Transmissions MTM 2000, ISBN 973-585-179-2, Timisoara.
7. Ianici, S., **Contributions au calcul des deformations et tensions dans l'element flexible de la transmission harmonique hermetique**, The Eight IFToMM International Symposium SYROM 2001, ISBN 973-8143-38-1, Bucharest
8. Ianici, S., **Double harmonic transmission**, Academic Journal of Manufacturing Engineering, vol. 1, no. 2/2003, ISSN 1583-7904, Timisoara.



prof.dr.eng. Mirela Toth-Tascau¹, prof.dr.eng. Doina Dragulescu¹, associate prof.dr.eng. Mircea Dreucean¹

OBSTACLE EXPANDING FOR A TWO-DIMENSIONAL WORKSPACE

Abstract

The paper presents a method to represent the obstacle expanding in order to plan the robot motion in a two-dimensional workspace. The proposed method is easy to implement in real time and can be used for any path planning method. The real obstacles can be modeled as convex or concave polygons. The obstacle boundaries are growing by applying techniques for adding some zones. Thus, the robot can be considered as a point in a space populated with expanded obstacles. In order to represent the expanded-obstacle boundaries, original computer software has been developed.

1. Introduction

The robot workspace is populated by obstacles (physical objects). The robot performs its tasks moving in the workspace among these obstacles. Every obstacle is transformed into an expanded-obstacle.

The concept of expanded-obstacle space is used in robot motion planning in order to model the robot workspace. The objective of the path planning problem in real workspace is to determine a trajectory for moving one or more mobile objects, that can be robots or other moving objects, from an initial configuration, to a final one by avoiding collision with existing obstacles.

Achieving this objective is based on knowing the real shape of the obstacles populating the workspace and choosing the best planning technique adequate to the obstacle geometry and robot task.

The problem is complex and any possibility of simplifying it should be exploited. Thus there are three ways of modeling the workspace:

- methods based on expanding the obstacles;
- methods based on modeling through rigid solids;
- methods based on real shapes.

Obstacles in the workspace map in the expanded-obstacle space to new regions called expanded-obstacles. In this paper it is analysed the case where the workspace is two-dimensional and the objects are modeled as polygonal regions. Each expanded-obstacle edge corresponds to the contact between an edge of the robot and an obstacle vertex or the contact between a robot vertex and an obstacle edge.

Many representation types of the expanded-obstacles are known [1], [2], [3], [4], [5], [6]. The most used representation is an explicit description of the expanded-obstacle region boundaries in terms of faces, edges and vertices and their adjacency relation. The methods assume that both the robot and the obstacle are convex polygons. If the robot translates at a fixed orientation, the expanded-obstacle region is also a convex polygon.

When the robot is a disc, the origin of reference frame attached to the robot is chosen at the centre of the disc. The obstacle may be modeled as a polygon. The expanded-obstacle is obtained by growing isotropically the obstacle by the radius of robot. The boundary of the expanded-obstacle is the curve followed by the origin of reference frame attached to the robot when the robot rolls over the boundary of the obstacle.

When the robot is a polygon, the user chooses the origin of reference frame attached to the robot. The boundary of the expanded-obstacle is the curve followed by the origin of reference frame attached to the

¹ Politehnica University Timisoara, Romania, tel. +40-256-403637, mirela@cmpicsu.utt.ro, ddrag@cmpicsu.utt.ro, dreucean@cmpicsu.utt.ro

robot when the robot slides in contact with obstacle boundary, without overlapping of robot and obstacle interiors.

3. Method for boundary representation of expanded-obstacles

The motion planning methods based on the obstacle expanding realize the planning operation by workspace image acquisitions. The obstacle boundaries are growing by applying different techniques for adding some zones. Thus, the robot can be considered as a point in the space populated with expanded-obstacles. This assumption essentially contributes to transform the physical problem into a geometrical path-planning problem.

The paper presents an algorithm for obstacle expanding by a uniform growing of the obstacle edges. The expanded-obstacle is obtained by a displacement of the obstacle edges on the normal direction to each end-edge, with expanding distance. This distance is imposed by the robot geometry and motion. First step of this approach is to obtain the expanding-points (figure 1.a). The expanding points are simple to obtain for the case of polygonal obstacle. When the obstacle is modeled as generalized polygon the normal line construction is complicate due to geometry aspects. Then, the open contour is obtained by drawing line segments parallel with the initial obstacle edges (figure 1.b).

The planner has many algorithms to represent the boundaries of the expanded-obstacle:

- *Modify the original shape of the obstacle.* The expanded-obstacle is a convex polygon. This polygon is obtained by completion with line segments of the open zones after the application of the second step of expanding (figure 1.c). The expanded zone has not the same depth everywhere. There are some sub-zones where the expanding distance is greater than the depth of the expanding zone obtained and it is possible that the robot collides with the obstacle. This aspect constitutes a drawback of this approach.
- *Maintain the original shape of the obstacle.* This method is appropriate for the polygonal obstacles. Joining the expanding points and extending the obtained straight lines of the open contour until they intersect the expanded-obstacle is obtained. The expanded zone has not a uniform depth, but everywhere the depth of the expanded zone is greater than or equal to the expanded distance. The expanded-obstacle is a convex polygon (figure 1.d). This method may be extended to the obstacles represented by generalized polygons. First, the generalized polygon is transformed into a convex polygon by drawing the tangent lines and then the expanded-obstacle is obtained by applying the presented algorithm. The original shape of the obstacle modeled as generalized polygon is changed, but the new shape that models the obstacle as convex polygon is maintained.

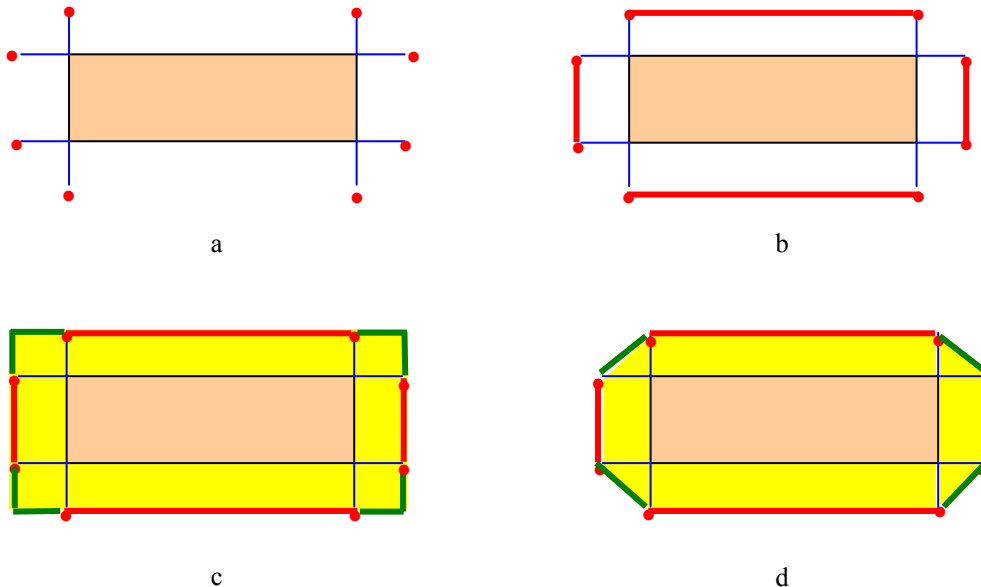


Figure 1: a. *Expanding points obtaining*; b. *Open contour drawing*;
 c. *Expanded-obstacle is obtained by modifying the original shape of the obstacle*;
 d. *Expanded-obstacle is obtained by maintaining the original shape of the obstacle*

The both expanding methods can be used for the obstacles represented as non-convex polygons. In this case, the non-convex-polygon can be transformed into a set of convex polygons. Two approaches to transform the non-convex polygons into convex ones are proposed:

- The non-convex polygon is considered as a union of convex polygons. Each convex polygon is expanded separately and the expanded-obstacle is obtained as a union of these fragments. In order to obtain a convex expanded-obstacle, the rest of the fragments can be added to the expanded-obstacle.
- The non-convex polygon is first transformed into a convex one and then expanded.

4. Software for boundary representation of expanded-obstacles

In order to represent the boundaries of expanded-obstacle region, computer software has been developed. The proposed program is a Java application due to the advantages of this programming language in a network environment.

The robot can be modeled as a disc or polygon in a two-dimensional workspace, and the real obstacles can be modeled as convex or non-convex polygons. The user has the possibility to represent the obstacles and the robot at their real dimensions and geometry and to select the expanding type for the obstacle.

As an example, the figure 2 presents the two expanding methods.

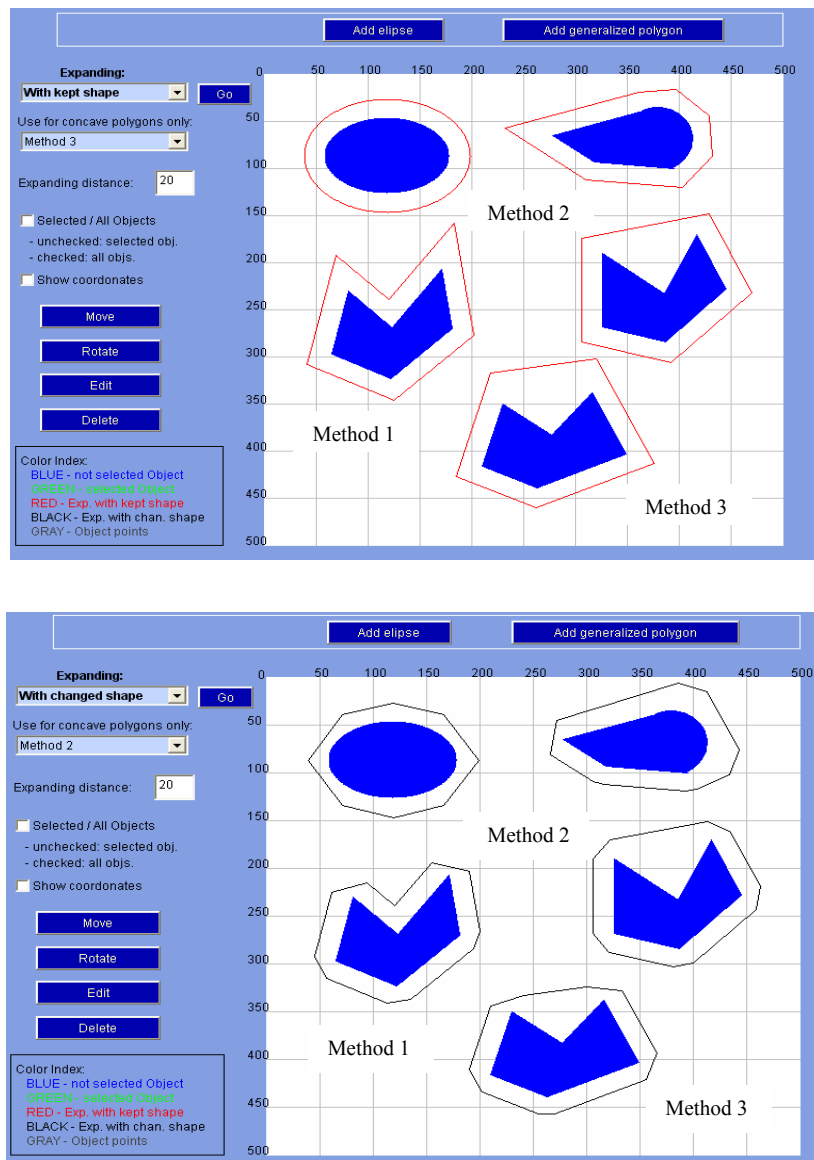


Figure 2. Obstacle expanding for a two-dimensional workspace by the proposed methods

The user has the possibility to see both expanding methods, and then choose which one he prefers (figure 3).

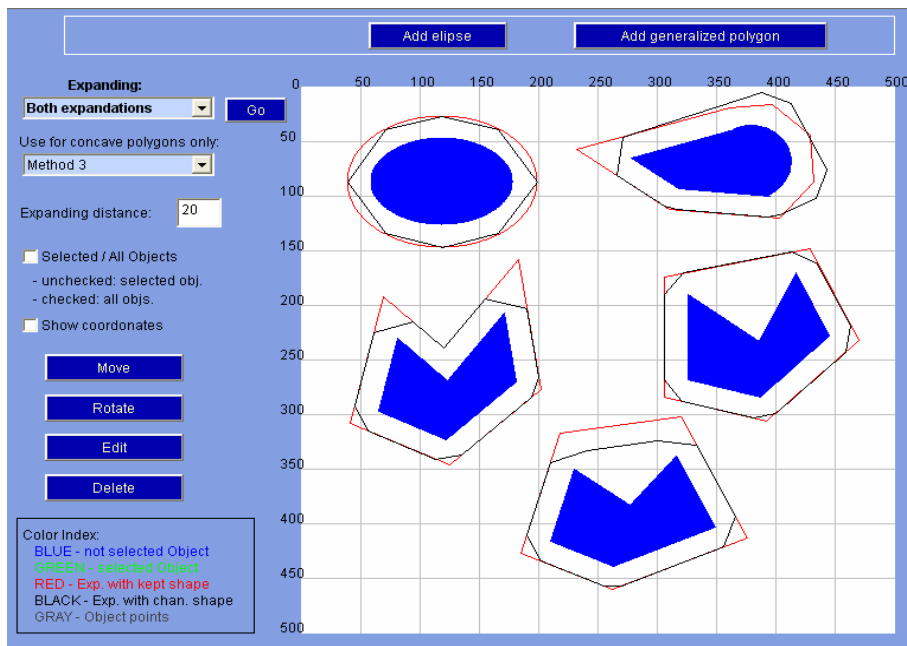


Figure 3. Both expanding method are displayed

5. Conclusions

The boundary representation of the expanded-obstacles is an important and also difficult problem in robot motion planning. The used algorithms were improved and implemented in software. Both expanding methods can be used for the obstacles modeled as generalized polygons.

The paper proposes a method to represent the obstacle expanding in order to plan the robot motion in a two-dimensional workspace. In order to expand the obstacles for the case of three-dimensional workspace, first the obstacle is projected onto the plane, then the two-dimensional expanded-obstacle is obtained applying the proposed algorithm and finally this can be grown constantly along the perpendicular on the expanded-obstacle plane.

The proposed methods are easy to implement in real time and can be used for any path planning method. A new version of this software will be an important step toward the dynamic motion-planning problem.

References

1. Dragulescu D., Toth-Tascau M., *Simplified algorithm for obstacle expanding*, Conferinta Nationala de Robotica, CNR 2002 Craiova Editura Universitaria, ISBN 973-8043-165-5, p.337-340
2. Dragulescu D., Iosif D., Toth-Tascau M., *Planificarea miscarii robotilor prin vedere artificiala*, Editura Tehnica Bucuresti, 2003
3. Latombe J.C., *Robot Motion Planning*, Kluwer Academic Publishers, Norwell-Massachusetts, 1991.
4. Liegeois A., *Les Robots. Analyse des performances et CAO*, Editions Hermes, Paris, 1988
5. Pruski A., *Robotique generale*, Editions Ellipses, Paris, 1989
6. Tournassoud P., *Géometrie et intelligence artificielle pour les robots*, Editions Hermès, Paris, 1989.



Liviu Coman¹, Sava Ianici²

SYSTEM FOR OPTICAL ANALYSIS OF METAL SHEET FORMING

Abstract: *In the paper is presented a method based on the well-known principles used in high-level 2D and 3D image processing like sub-pixel edge detection and photogrammetry. Main advantages in comparison with existing experimental methods are presented, the high level of reproductibility being one of these advantages. The system is designed as an easy-to-use one, so that the unexperienced users needs only a short training period. Main results are the shape and strain distribution of the part.*

1. INTRODUCTION

The importance of optimal dimensioning in metal sheet forming proceses increase rapidly in every kind of applications. Sheet metal manufacturers are under constant and increasing pressure to improve quality while reducing costs. Because of weight optimization thin high quality metal sheets are requested. On a side, manufacturing rationalization requires a reduction of processing steps but on the other side, design aspects requires complicate shapes (especially in automotive applications).

Usually experimental methods like ultrasonic or optical systems are used to determine the thickness or the strains on the metal sheets in the optimization of forming processes.

In this paper a new method for the experimental analysis of metal sheets is presented, which express a step forward in stamping quality control for easy, effective and reliable determination of shape, strains and thinning. It is based on the well-known principles used in high-level 2D and 3D image processing like sub-pixel edge detection and photogrammetry. So, full-field optical vision systems based on circle grid analysis and, as was said before, on photogrammetry, provide automated analysis and quantitative color maps for every cm² of complex parts. The results are displayed on a 3D computer model, using the actual measured dimensions of the real part, allowing it to be viewed from any angle. These results shows and documents the formed shape, the strains from forming, the resultant thinning and a forming limit analysis. The user can place a cursor at any point on the surface, and a corresponding crosshair shows the same point on the forming limit diagram, together with a detail box showing all the measured and calculated values. Thus, critical areas can be easy identified and fully quantified so that corrective action can be taken.

The new approach leads to an optical strain measurement system with a high level of reproductibility.

2. THE SYSTEM PRINCIPLE

The whole measurement process can be divided into several steps:

- attachment of a regular dot structure on the undeformed surface of the metal sheet;
- forming process;
- digital image acquisition from different point of views of the deformed dot structure;
- automatic calculation of object points, on the bases of the 2D image points and calculation of a topologic order;
- calculation of strain values out of the topologic sorted object points.

These principal stages will be briefly resented in the next part of the paper, in order to give some usefull information about practical use.

¹ Dpt. Professor Ph.D., Romania, University of Resita, Faculty of Engineering, e-mail: l.coman@uem.ro

² Professor Ph.D., Romania, University of Resita, Faculty of Engineering, e-mail: s.ianici@uem.ro

2.1. Dot structure

A regular dot structure (pattern) is etched electrochemical or marked by a laser marking system on the metal sheet surface, in the same manner as it would be for circle grid analysis. The usual dot size is 0,5 – 2 mm and spacing is 1 – 4 mm. An example is shown in figure 1.

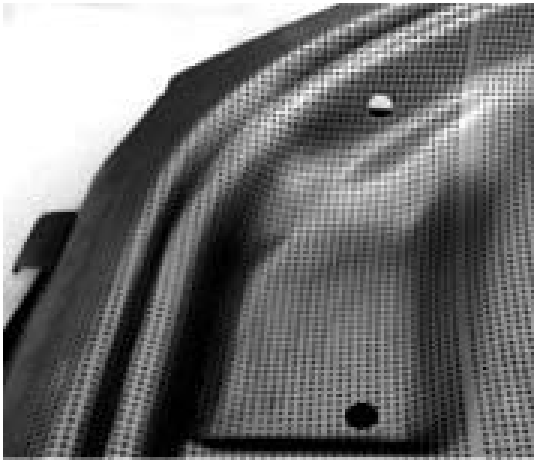


Figure 1. Shaped metal sheet with dot pattern.

After forming, a scale bar and a series of bar-coded markers are distributed around the part, as shown in fig.2.

In the stamping process, this dot pattern is distorted as it deforms with the sheet, but it remains visible despite of the forces and the frictions involved in the forming process. The pattern can be applied through individual developers on different steel or aluminium materials.

2.2. Photogrammetric principle

The goal of the measurement process is to compute the 3D coordinates of the etched dots on the metal sheet. For the computations of the 3D coordinates, a photogrammetric approach is used, as it was presented in papers [1,2]. Photogrammetry describes a way to determine 3D coordinates of dots on the bases of their images. Each dot must be represented at least in three different images from different directions. In figure 3 and 4 is illustrated the photogrammetric principle.

So the shaped metal sheet is grabbed from different directions using a high resolution CCD camera connected to a computer. The exact camera locations are arbitrary, as long as every area of the surface is contained, as we mention above, in at least 3 pictures taken from different angles. Typically, this requires 5 – 50 shots. Total time to grab the images, including setup, is 5 minutes for an relative small area of interest and 10 to 30 minutes for the entire manufactured part.

The different views of the metal sheet can be realized manually. On the other side, the facilities of the digital cameras could be used, i.e. an automatic number of shots at a certain period of time. Also, using these

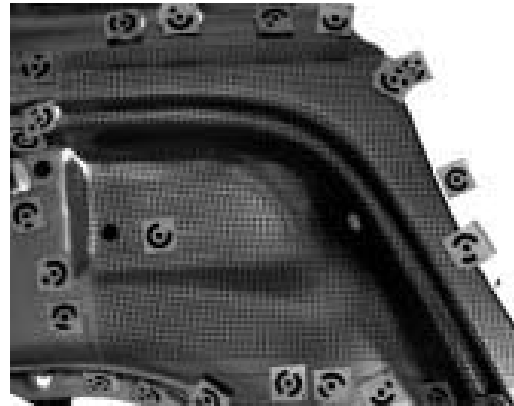


Figure 2. Shaped part with bar coded markers, in order to allow overlapping and combining of the images from the camera.

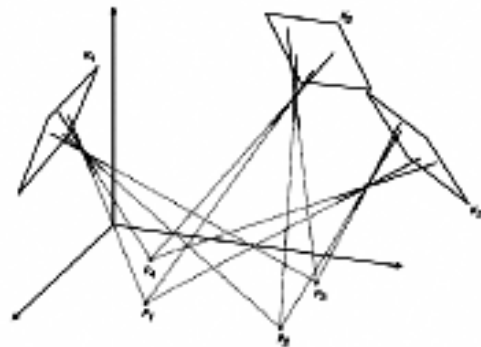


Figure 3. Photogrammetric principle.



Figure 4. After the images has been taken, the software determine the camera locations, distances to each dot and measures the shape of the manufactured part.

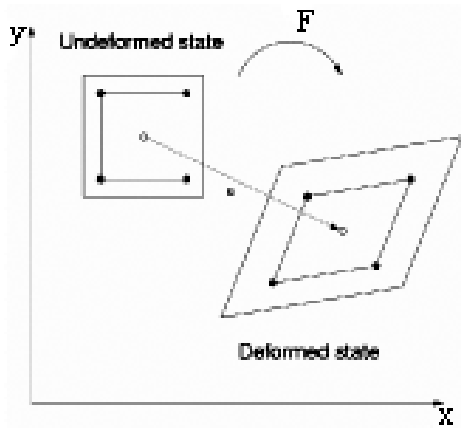


Fig.7. Calculus of deformation tensor



Fig. 8. The elements of the optical system

The deformation gradient is calculated [5] for a 4 point facet under consideration of a spline interpolation for the computation of the distances between the dots. The distance between each dot is determined using a larger environment of points. With these lengths a 2D-facet can be constructed, facet which has the same lengths in the plane.

After this considerations, the deformation gradient tensor \mathbf{F} can be computed for a facet without regarding the displacement using a maximum likelihood method (fig. 7). The deformation gradient tensor can be decomposed in a rotation matrix \mathbf{R} and in the so-called right stretch tensor \mathbf{U} [5]. The elements of \mathbf{U} are given in (1):

$$U = \begin{pmatrix} 1 + \varepsilon_x & \varepsilon_{xy} \\ \varepsilon_{xy} & 1 + \varepsilon_y \end{pmatrix} \quad (1) \quad \lambda = 1 + \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y}{2}\right)^2 - (\varepsilon_x \cdot \varepsilon_y - \varepsilon_{xy}^2)} \quad (2)$$

and includes the well known plane strain components. From this, two stretch ratios $\lambda_{1,2}$ for two directions can be calculated with expression (2).

From this point of computation, several strain measures can be derived. Usually, the logarithmic and technical major and minor strains are the output of the calculations. Using the constant volume assumption, the changes in thickness can be determined.

3. CONCLUSIONS

A new development system (fig.8) based on an optical method was presented, method which allows the determination of strain and thickness distributions on shaped metal sheets by stamping process. Its robust design, high accuracy and data density, speed of evaluation and the intuitive graphical interface provides an excellent productivity enhancement in forming metal sheet.

Using the standard rotation and scroll functions, a good understanding of the measured data and the shaping process is acquired. Strain distributions along sections or display of the strain values in forming limit diagram completes the visualization for the estimation of the forming process.

REFERENCES

1. Brown, D.C., **The bundle adjustment - process and prospects**, 13 Congress of the International Society of Photogrammetry, 1976;
2. Luhmann, T., Wester-Ebbinghaus, W., **On geometric calibration of digitized video images of CCD arrays**, Conference on Fast Processing of Photogrammetric Data, Interlaken, Schweiz, June 1987;
3. Fitzgibbon, P., **Direct least squares fitting of ellipses**, International Conference of Pattern Recognition, IEEE Computer Society Press, 1996;
4. Schmidt, T., Tyson, J., Galanius, K., **Total area strain mapping improves total quality of stampings**, Internet, submitted to Stamping Journal, March 2003;
5. ***, **Optical metal sheet forming analysis**, Internet, Gesellschaft fur Optische Meßtechnik, Braunschweig, Germany.

Бобырь М.И., д.т.н., проф., Грабовский А.П., к.т.н., доц., Яхно Б.О., асп.; НТУУ "КПИ", Киев, Украина

МОДЕЛИ НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ СЛОЖНОМ МАЛОЦИКЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ.

Предлагается обобщенная модель накопления повреждений и критерий разрушения (на стадии образования макротрещины) конструкционных материалов при сложном малоцикловом нагружении. Модель базируется на основных положениях термодинамики необратимых процессов и континуальной механики разрушения.

Возрастающие требования к надежности и к продолжительной безаварийной эксплуатации как конструкции в целом, так и отдельных ответственных высоко нагруженных ее конструктивных элементов для разных областей промышленного комплекса требуют интенсивного развития исследований в области малоциклового усталости и длительной прочности конструкционных материалов. При этом максимально должны быть учтены основные термосиловые параметры технологической и эксплуатационной нагруженостей. Это привело к тому, что проектирование изделий новой техники требует разработки надежной расчетной оценки ресурса на стадии их инженерного проектирования, диагностики наработанного ресурса и прогнозирования остаточного ресурса машин и конструкций в процессе их эксплуатации.

Перспективным и малоизученным на сегодня является направление, которое базируется на основных положениях термодинамики необратимых процессов и континуальной механики поврежденности.

Теоретический анализ процессов развития микродефектов и поведения конструкционного материала в объеме твердого тела базируется на:

- конкретизации физических процессов накопления повреждений (развития микродефектов) через параметры повреждаемости;
- конкретизации кинетического уравнения, которое описывает эволюцию параметров повреждаемости, и формулировании критерия образования макротрещины заданных размеров;
- формировании уравнения состояния, которое должно описывать процессы упругопластического деформирования поврежденной среды, и метод расчета соответствующей краевой задачи.

Практически все названные этапы реализуются на основе специально спланированных исследований конструкционных материалов с привлечением методов механики поврежденной сплошной среды (МПСС).

Существенным отличием МПСС от классического подхода есть то, что процессы деформирования и накопление повреждений рассматриваются совместно с учетом их взаимного влияния. При этом, конечно, значительно возрастает трудоемкость и объем расчетов. Все это требует разработки специальных методик оценки ресурса элементов конструкций при малоцикловой нагрузке.

В большинстве сформулированных уравнений МПСС в качестве параметра повреждаемости используется скалярный параметр D ($0 < D \leq D_{кр}$). Как правило, критическое значение параметра изотропной повреждаемости принимается $D_{кр} = 1$. Однако, согласно результатам металлографических и механических исследований повреждаемость материала, так как и необратимая деформация, анизотропная. Они зависят от истории термосилового нагружения. В действительности малочисленные экспериментальные исследования в условиях одноосного растяжения показывают что для реальных конструкционных материалов элемент объема разрушается в результате нарушения межмолекулярного сцепления. При этом критическая

повреждаемость на стадии образования макротрещины для большинства материалов принимает значение $D_{кр} = 0.2 \div 0.8$.

Область малоциклового усталости характеризуется наличием макроскопической необратимой (пластической и ползучести) деформации в цикле нагрузки, большой нелинейностью между напряжением и деформацией, которое изменяется от цикла к циклу. Долговечность материала в этих условиях определяется историей нагружения (деформирования) и характером изменения петли пластического гистерезиса в зависимости от процессов циклического упрочнения (разупрочнения). Один из эффективных подходов к описанию закономерностей накопления повреждений в конструкционных материалах можно построить на основе кинетических уравнений повреждаемости [1 ÷ 5].

При этом область малоциклового усталости условно можно разделить на участок интенсивной циклической ползучести (коэффициент асимметрии по напряжениям $R_\sigma \geq -0.5$) и участок знакопеременного нагружения ($R_\sigma = -1$). Для первого участка целесообразно использовать кинетические уравнения, которые разработаны для процессов изотермической ползучести [1 ÷ 4]; заменив максимальные напряжения в них на эквивалентные.

В качестве эквивалентного необходимо брать напряжение, которые вытекают из равенства минимальных скоростей деформации ползучести для изотермической (стационарной) и циклической ползучести. Его можно определить по зависимости [6]:

$$\sigma_{экр} = \sigma_{i \max} \left(R_{\sigma_{np}}^{\tilde{\gamma}_{\sigma_i}} \cdot R_{\sigma}^{\bar{\gamma}_{\sigma_i}} \right) \quad (1)$$

где $R_\sigma = \frac{\sigma_{i \min}}{\sigma_{i \max}}$; $R_{\sigma_{np}} = \frac{\sigma_{np}}{\sigma_{i \max}}$ - коэффициенты асимметрии циклов в условиях

знакопостоянного программного (стационарного) нагружения; σ_{np} - приведенное напряжение. Оно определяется по известной зависимости скорости деформаций ползучести на установившемся участке от напряжений $\dot{\sigma} = f(\xi_{c \min})$ в условиях изотермической ползучести при одноосном растяжении, а также эксперимента, который проведен при заданных параметрах $\Delta\sigma_i = const$ и

$R_\sigma = const$ по программе $\tilde{\gamma}_{\sigma_i} = 1$. Здесь введены обозначения $\sigma_i = \sqrt{\frac{3}{2}} \sigma_{ij} \cdot \sigma_{ij}$ - интенсивность

напряжений; $\tilde{\gamma}_{\sigma_i} = \frac{t_u(\sigma_{i \min} \leftrightarrow \sigma_{i \max})}{t_u}$; $\bar{\gamma}_{\sigma_i} = \frac{t_u(\sigma_{i \min})}{t_u}$ - относительная продолжительность

пребывания конструкционного материала при изменении интенсивности напряжений по программе треугольной формы цикла $\sigma_{i \min} \leftrightarrow \sigma_{i \max}$ и при интенсивности минимального $\sigma_{i \min}$ напряжения цикла, соответственно, t_u - период цикла программного малоциклового нагружения.

В качестве обобщенного используем подход, который базируется на основных положениях термодинамики необратимых процессов [7]. Исходя из свободной энергии Гельмгольца, часть термодинамического потенциала, который непосредственно расходуется на накопление повреждений в цикле (Ψ_D) для условий одноосного растяжения, имеет вид [8]:

$$\Delta\Psi_D^{(\sigma)} = \int_{\varepsilon_D}^{\delta} \sigma_{icm}(\varepsilon) \frac{D_\sigma(\varepsilon)}{1 - D_\sigma(\varepsilon)} d\varepsilon \quad (2)$$

где ε_D - пластическая деформация (ε), при которой начинает проявляться влияние накопленных повреждений на процесс упругопластического деформирования; δ - ширина петли пластического гистерезиса при повторно-переменной нагрузке в условиях растяжения-сжатия.

Исходя из гипотезы о существовании двух механизмов разрушения конструкционных материалов (отрыв и сдвиг), аналогично зависимости (2) можно записать и для сдвига:

$$\Delta\Psi_D^{(\tau)} = \int_{\gamma_D}^{\gamma} \tau(\gamma) \frac{D_\tau(\gamma)}{1 - D_\tau(\gamma)} d\gamma \quad (3)$$

где τ , γ - касательные напряжения и пластические деформации сдвига, соответственно.

В общем случае сложного малоциклового нагружения (деформирования) повреждение за цикл можно записать в виде:

$$\Delta\Psi_D = \Psi_D^{(\sigma)} + \Psi_D^{(\tau)} \quad (4)$$

В этом случае число циклов к разрушению N_R определяется:

$$N_R = \frac{\Psi_D^{kp} \left(1 - \frac{\sigma_{эке}}{S}\right)^m}{\Delta\Psi_D} \quad (5)$$

В уравнении (4) величина $\Delta\Psi_D$ берется в стабилизированном цикле малоциклового нагружения, а для циклически нестабильных материалов – в условно стабилизированном цикле (приблизительно на половине ориентировочного ресурса). В качестве величины Ψ_D^{kp} , которая характеризует критическое значение энергии, связанной с накоплением микроповреждений на стадии зарождения макротрещины, уместно принять названную величину при статической нагрузке с учетом ее истории в виде:

$$\Psi_D^{kp} = \int_{\varepsilon_B}^{\varepsilon_K} \sigma_{icm}(\varepsilon) \frac{D(\varepsilon)}{1 - D(\varepsilon)} d\varepsilon \quad (6)$$

где ε_R - предельная необратимая деформация при одноосном растяжении. Для учета влияния истории сложного нагружения на характеристику повреждаемости конструкционного материала в

уравнении (5) введена поправка в виде $\left[1 - \frac{\sigma_{эке}(1 - \varphi)}{k\sigma_B}\right]^m$,

где $\sigma_{эке} = \sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)$ - эквивалентное напряжение [8];

$\sigma_j (j = 1, 2, 3)$ - главные напряжения;

m, φ, k - параметры материала;

σ_B - предел прочности материала.

Для условий сложного малоциклового нагружения кинетическое уравнение повреждаемости удобно записать в виде:

$$\frac{dD}{dN} = A_1 \Delta\Psi_D^{A_2} + A_3 D_\Sigma \quad (7)$$

где: A_1, A_2, A_3 - постоянные материала.

Слагаемое в виде параметра повреждаемости D_Σ учитывает предысторию накопления микроповреждений до заданного числа циклов N . После интегрирования уравнения (7) при соответствующих граничных условиях ($D=0$ при $N=0$; $D=D_{kp}$ при $N = N_R$) имеем:

$$D_{kp} = \int_0^{N_R} A_1 \Delta\Psi_D^{A_2} \exp[A_3(N_R - N)] dN \quad (8)$$

Постоянные материала $A_j (j=1, 2, 3)$ определяются из кривых малоциклового усталости для двух процессов (например растяжения – сжатие и знакопеременного кручения) для трех уравнений нагрузок. В результате получим систему из трех неизвестных A_j . Данная система вычисляется численно на основе одного из итерационных методов.

Проверка границ использования феноменологической модели типа (7) и критерия разрушения при сложном малоциклового нагружении осуществлялась на базе стали 14X17H2 и титанового сплава BT14 при $T=293K$. Траектории жесткого режима нагружения показанные на рис. 1. Значение постоянных A_j для обоих конструкционных материалов составляли $A_1=31 \cdot 10^{-6}$; $23,9 \cdot 10^{-5}$; $A_2=3,50$; $2,49$; $A_3=93,8 \cdot 10^{-10}$; $13,9 \cdot 10^{-10}$, соответственно.

Результаты сравнения экспериментальных результатов по разным траекториям (на рис. 1 показаны точками) показывают удовлетворительное их соответствие.

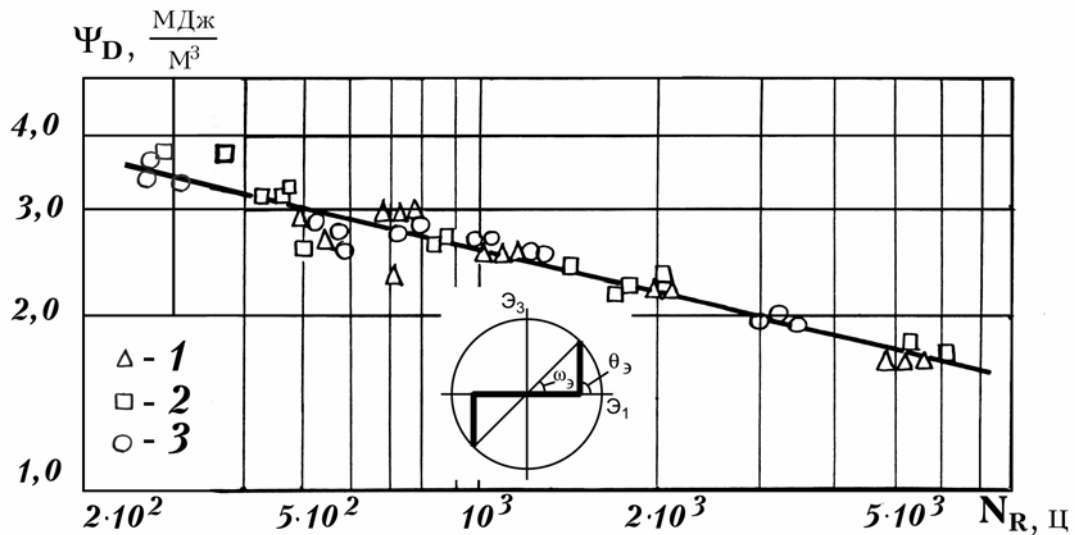


Рис 1. Кривая малоциклового усталости сплава ВТ14 при $T=293\text{ K}$ ($1-\omega_3=0, \theta_3=0$; $2-\omega_3=\pi/4, \theta_3=0$; $3-\omega_3=\pi/4, \theta_3=\pi/2$).

Таким образом разработанная обобщенная феноменологическая модель повреждаемости и разрушение конструкционных материалов для условий сложного малоциклового нагружения позволяет прогнозировать ресурс эксплуатации высоконагруженных элементов конструкций на стадии их инженерного проектирования.

Список литературы

1. Качанов Л.М. Основы механики разрушения. -М., Наука, 1974, 308 с.
2. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. – М., Наука, 1966, 752 с.
3. Шестериков С.А. Некоторые проблемы длительной прочности и ползучести // Нелинейные модели и задачи механики деформируемого твердого тела. – М., Наука, 1989, с. 180-189.
4. Леметр Д. Континуальная модель повреждения, используемая для расчета разрушения пластичных материалов // Trans. ASME. Теоретические основы инж. расчетов. -1985, -107, №1, с. 90-98.
5. Коротких Ю.Г. Описание процессов накопления повреждений материала при неизотермическом вязкопластическом деформировании // Пробл. прочности, 1985, №1, с. 18-23.
6. Бобырь Н.И., Мукоида О.Н. Уравнения состояния конструкционных материалов в условиях многоосной циклической ползучести с учетом повреждаемости //Проблемы прочности. – 1990. - №5. – с.10-14.
7. Гольденблат Н.И., Бажанов В.Л., Копнов В.А. Длительная прочность в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1977. – 248с.
8. Яхно Б.О., Бобир М.І. Малоциклова втома конструкційних матеріалів при складному навантаженні з урахуванням пошкоджуваності //Вісник Сум. ДУ, сер. технічні науки. – 12 (58). – с.184 – 189.



A.S. Osipov, Yu. A. Melniychuk, T.I. Smirnova¹

V. Bakul Institute for Superhard Materials of the Nat'l Ac. Sci. of Ukraine

L. Tanovic

Faculty of mechanical engineering University of Belgrade

ПРЕДПОСЫЛКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ДВУХСЛОЙНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛАСТИН С ТЕРМОСТОЙКИМ РЕЖУЩИМ СЛОЕМ НА ОСНОВЕ

Perspectives of development of two-layer ceramic wafers with diamond based heat-resistant cutting layer are shown. Several technical solutions of development of such wafers with base from cBN are described..

Одним из основных направлений в повышении точности и качества обработки различных материалов резанием является создание инструмента из синтетических сверхтвердых материалов (СТМ). Для прецизионной обработки деталей машин наряду с абразивным инструментом возрастающее применение находит лезвийный инструмент, оснащенный СТМ на основе алмаза и кубического нитрида бора (сBN).

Лезвийные инструменты, в которых применяются алмазные материалы, эффективно используются для обработки цветных металлов и их сплавов, высококремниевых алюминиевых сплавов, титановых сплавов, твердых сплавов (ВКЗ–ВК30), полимерных композиционных материалов и некоторых видов керамики.

В современном производстве наиболее широкое применение нашли двухслойные режущие вставки, в которых износостойкий рабочий слой из СТМ расположен на подложке из материала с высокими прочностными характеристиками, что обуславливает повышенную статическую и ударную прочность рабочей части инструмента. В качестве подложки в двухслойных пластинах с алмазным поликристаллическим слоем, содержащим кобальтовый катализатор, используются преимущественно твердые сплавы на основе карбида вольфрама, обладающие высокими модулем упругости и пределами прочности при сжатии и изгибе. Известными вариантами подобных материалов являются Compaх (General Electric, США), Syndite (De Beers, ЮАР), Sumi DIADA (Sumitomo Electric, Япония), алмазно-твердосплавные пластины (АТП) Института сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины.

Кобальт, содержащийся в поликристаллическом алмазном слое АТП, значительно увеличивает его прочность. Вместе с тем, вследствие резкого отличия коэффициентов термического расширения металлической компоненты и алмазной матрицы, термостойкость материала оказывается существенно ниже уровня, характерного для чистого алмаза. Кроме этого, кобальт химически активен и может легко вступать с обрабатываемыми материалами

¹ Осипов А.С., Мельничук Ю.А., Смирнова Т.И. Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2 Автозаводская ул., Киев, 04074 Украина, тел. 380-44-430-85-00.

в разнообразные химические реакции при высоких температурах, которые возникают в процессе резания инструментами из СТМ. Типичные механизмы отказа инструмента обусловлены отмеченными выше факторами, что является общим недостатком материалов этого типа.

Таким образом, возможность повышения эффективности инструмента в первую очередь связана с тем, в какой степени может быть реализована высокая термостойкость материала на основе алмаза в режущем слое. Очевидным решением этой проблемы является использование кристаллов природного алмаза (однокристалльный инструмент) и чистого поликристаллического алмазного материала (CVDD), получаемого методом химического газозооного осаждения. Пластинки CVDD необходимой формы крепят к подложке из твердого сплава путем вакуумной пайки, обеспечивая высокий уровень адгезии припоя к поверхности алмаза (рис.1).



Рис. 1. Режущий инструмент фирмы Kennametal, оснащенный CVDD.

Фирма Kennametal активно пропагандирует CVD алмаз (торговая марка KD1405) для применения в инструменте, предназначенном для резания высокоабразивных не содержащих железа материалов, таких как алюминиевые сплавы с умеренным и высоким содержанием кремния, композиты с металлической матрицей, углеродные композиты, армированные пластмассы, медные бронзы и другие цветные металлы. KD1405 обеспечивает значительное повышение износостойкости и может увеличивать ресурс инструмента от 100 до 200 % относительно обычного поликристаллического алмаза, содержащего кобальт. Инструмент применяется при обработке в условиях непрерывного и слабо прерывистого течения, а также финишного и полуфинишного фрезерования.

Фирмой De Beers разработан материал CVDITE, имеющий подложку из карбида кремния, покрытую тонкой алмазной пленкой (20–30 мкм), полученной с использованием CVD технологии. Применение CVDITE позволяет существенно увеличить износостойкость режущего инструмента по сравнению с резами из твердых сплавов. Данный материал является одним из немногих примеров успешного использования режущих свойств алмазного термостойкого покрытия, созданного на керамической подложке, прочность которой существенно уступает прочности подложек из твердого сплава.

Лезвийные инструменты, режущая часть которых состоит из алмазного слоя на керамической подложке, предназначены преимущественно для чистового и тонкого безударного течения, при котором должна обеспечиваться высокая размерная точность и высокое качество обработанной поверхности. При подобных операциях обработки на режущее лезвие действуют незначительные механические нагрузки. Благодаря этому обстоятельству необходимость применения подложек из высокопрочных вольфрамсодержащих твердых сплавов не является определяющим фактором надежности инструмента. Вместе с тем, высокая прочность в комбинации с высокой теплопроводностью материала подложки всегда благоприятно сказываются на износостойкости реза и позволяют заметно увеличить период его безотказной работы. Создание высокоэффективных технологий, позволяющих производить механическую обработку с высокими скоростями резания без использования смазочно-охлаждающих технологических сред, требует не только

повышения термостойкости инструментальных материалов на основе алмаза, но и приводит к необходимости более интенсивного отвода тепла от режущей кромки инструмента. С этой точки зрения, в качестве подложки в алмазно-керамических пластинах (АКП) целесообразно использование материалов, обладающих высокой теплопроводностью. Выполняя функцию твердого хладагента, подложка способствует снижению уровня температур, возникающих на локальных участках в алмазном слое вблизи режущей кромки. Среди материалов, способных интенсивно отводить и рассеивать тепло из зоны резания, наиболее перспективной является керамика из кубического нитрида бора, который по величине теплопроводности уступает только алмазу. Возможно также применение в качестве теплоотводящих подложек керамических материалов на основе SiC , B_4C , AlN , обладающих необходимым комплексом физико-механических свойств.

Получение термостойкого алмазного слоя на керамической подложке из cBN возможно не только методом CVD, но и с использованием традиционных технологий, основанных на кристаллизации или спекании алмаза в условиях высоких давлений и температур. Один из возможных вариантов кристаллизации алмаза на твердой керамической подложке cBN заключается в использовании реакций инконгруэнтного плавления карбидов. Тонкий слой карбида формируют непосредственно на подложке в результате реакции графита с расплавом металла. Фольгу из карбидообразующего металла располагают между подложкой и графитом, подвергая воздействию высокого давления и температуры в области термодинамической стабильности алмаза. Выбираются системы, в которых реализуется трехфазное невариантное равновесие с перитектическим карбидом $\text{Me(L)+C(graphite)} \leftrightarrow \text{MeC}_x$. Образование алмаза происходит по реакции инконгруэнтного плавления перитектического карбида $\text{MeC}_x \rightarrow \text{L(Me,C)+C(алмаз)}$ при температурах превышающих температуру плавления перитектики.

Наличие твердой подложки в контакте с перитектическим расплавом снижает барьер энергии активации для зарождения алмаза, которое в данном случае носит гетерогенный характер. Процесс формирования алмазного слоя на поверхности керамической подложки из cBN исследовался в [1] на примере системы Al-C. При нормальном давлении в системе Al-C реализуется трехфазное невариантное равновесие $\text{L+C(graphite)} \leftrightarrow \text{Al}_4\text{C}_3$ при температуре 2329 К [2]. По данным [3] peritectic carbide melts incongruently по реакции $\text{Al}_4\text{C}_3 \rightarrow \text{L(Al,C)+C(графит)}$ при температуре 2263 ± 20 К.

При давлении 8 ГПа образование и рост алмаза происходит при инконгруэнтном плавлении карбида по реакции $\text{Al}_4\text{C}_3 \rightarrow \text{L(Al,C)+C(алмаз)}$. В течение 60 с процесса в результате непрерывной перекристаллизации графита через алюминиевоуглеродный расплав L(Al,C) алмазный слой достигает толщины около 200 мкм (рис. 2).

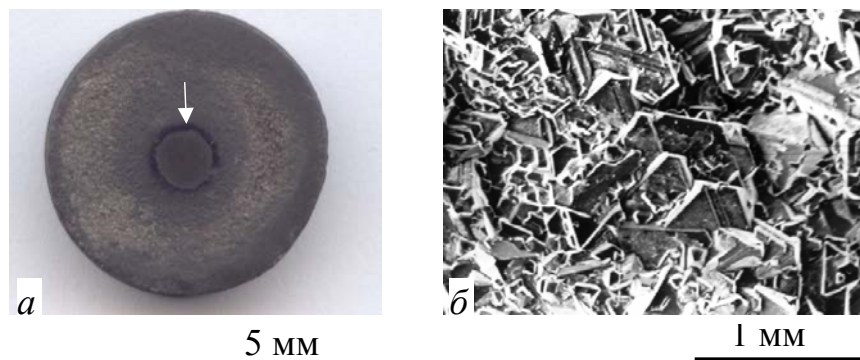


Рис. 2. Образование сплошного алмазного слоя на керамической подложке cBN в результате кристаллизации в системе Al-C: *a* – косой срез слоя на выпуклом участке образца (начальные стадии процесса); *б* – морфология алмазного слоя толщиной 200 мкм (изображение в электронном микроскопе).

По данным рентгенофазового анализа алмазный слой представляет собой чистый поликристаллический материал, хотя электронномикроскопическими исследованиями выявляются незначительные количества микровключений сокристаллизующихся фаз как внутри алмазных зерен, так и в области межзеренных границ [1]. Микротвердость алмазного слоя по Кнупу, измеренная на полированной поверхности при нагрузке на индентор 1,86 Н, составляет 142 ± 11 ГПа, что соответствует твердости грани (111) монокристалла алмаза 129 ± 8 ГПа, установленной при аналогичных условиях измерений.

Отметим, что процесс кристаллизации алмаза на керамической подложке обычно требует создания и поддержания строго определенных параметров термобарического воздействия, в частности, когда необходимо получить алмазный режущий слой с однородной мелкозернистой структурой. Это обстоятельство приводит к существенному усложнению технологии получения АКП данным методом.

На чистовых операциях точения качество обработанной поверхности в значительной степени определяется радиусом округления режущей кромки инструмента, а также чистотой образующих ее поверхностей. Повышенные требования к геометрии и качеству поверхностей режущего клина приводят к необходимости создания АКП с тонкозернистыми структурами.

Использование процессов реакционного спекания микропорошков наиболее целесообразно для получения АКП, если необходимо обеспечить определенный уровень дисперсности структурного состояния алмазосодержащего режущего слоя. Формирование беспористой структуры слоя возможно путем пропитки алмазного порошка требуемой зернистости расплавом кремния, осуществляемой при высоких давлениях и температурах [4]. В результате химической реакции между алмазом и расплавленным кремнием, развивающейся при достаточно высоких температурах спекания, образуется композит со взаимопроникающей структурой двух фаз – алмаза и карбида кремния. Наиболее существенным преимуществом получаемого композиционного материала является его высокая термостойкость, достигающая 1200°C . Содержание карбида кремния в композите может варьироваться в пределах от 17 до 25 об. % в зависимости от исходной зернистости применяемого алмазного микропорошка.

Достоинством данного метода получения АКП является возможность управления как дисперсностью структуры алмазосодержащего режущего слоя, так и его толщиной. Как и в случае с методом кристаллизации алмаза, формирование алмазосодержащего слоя пропиткой с последующим реакционным спеканием предпочтительно осуществлять непосредственно на готовой (или одновременно спекаемой) подложке из кубического нитрида бора. Выбор нитрида бора в качестве подложки АКП диктуется комплексом присущих ему свойств: высокой прочностью, теплопроводностью, термостойкостью, хорошей согласованностью по коэффициенту термического расширения с алмазом, а также возможностью относительно легкой механической обработки.

В настоящее время существующая экспериментальная технология получения АКП по методу спекания позволяет изготавливать заготовки в виде дисков различной толщины диаметром до 13,5 мм.

Проведенные лабораторные исследования работоспособности режущего инструмента, оснащенного алмазно-керамическими пластинами, показали эффективность его применения при обработке защитных напыленных покрытий на основе Al_2O_3 . Для проведения исследований были изготовлены круглые режущие алмазно-керамическими пластины диаметром 7 мм с подложкой из кубического нитрида бора. При точении со скоростью резания $v = 54,4$ м/мин ($t = 0,1$ мм; $S = 0,05$ мм/об) инструмент ($\gamma = 0^\circ$, $\alpha = 7^\circ$) с АКП изнашивался с интенсивностью 30,1 мкм/мин. При обработке в аналогичных условиях интенсивность изнашивания алмазно-твердосплавных пластин выше и составляет 35,3 мкм/мин. В тоже время результаты исследований показывают, что интенсивность

изнашивания инструмента, оснащенного АКП, по сравнению с алмазно-твердосплавным инструментом при точении покрытий на основе Al_2O_3 существенно не снижается при обработке со скоростью резания до 70 м/мин. Таким образом, применение в режущих инструментах пластин АКП позволяет значительно повысить производительность обработки высокотвердых защитных керамических покрытий.

Заключение

АКП, обладая свойствами, присущими термостойким сверхтвердым материалам на основе алмаза и cBN, могут найти широкое применение в режущем инструменте для обработки широкого класса материалов, прежде всего цветных металлов и их сплавов, высокотвердых износостойких покрытий, твердых полимерных материалов. Возможность получения тонкозернистых структур с термостойким алмазосодержащим режущим слоем, расположенным на высокотеплопроводной керамической подложке, позволяет получить не только инструменты с меньшими радиусами округления режущей кромки, но и проводить обработку на более высоких скоростях при более низких температурах в зоне резания, что, в комплексе, обеспечит повышение производительности процесса при высоком качестве обработанной поверхности.

Литература

1. Petrusha I.A., Smirnova T.I., Osipov A.S., Britun V.F. Crystallization of diamond on the surface of cBN ceramics at high pressures and temperatures // *Diamond and Related Materials*. 2004 (Article in Press).
2. L.L. Oden, R.A. McCune, "Phase equilibria in the Al-Si-C system", *Metall. Trans. A*. 18 (7–12) (1987) 2005.
3. J.C. Shuster, "A reinvestigation of the thermal decomposition of Aluminum Carbide and the constitution of the Al-C system", *J. Phase Equilibria*. 12 (5) (1991) 546.
4. Воронин Г.А., Осипов А.С., Шульженко А.А. Композит на основе алмаза и карбида кремния для оснащения бурового инструмента // *Минералогический журнал*.– 1995.– Т.17, № 6.– С. 90–95.



Monika Bónišová – Zdenko Lipa¹

THE NEW TRENDS IN SUPERFINISHING

Summary: To the problem of superfinishing was devoted only the few remark by now. The artical deal new forms of superfinishing from technical practise. The examples of superfinishing are shown in the figures.

1. INTRODUCTION

With the engineering development regularly increase the requireds put to the products quality, their lifetime, reliability, which are also conditioned by finishing process of equipment surface layers. Recently is expanded the surface finishing by superfinishing. The superfinishing are used for the equipment finishing in the operation working wear conditions, to these surfaces are put the high requirement from the view of roughness, accuracy of measurements and shapes, and the surface layer quality also. Therefore it is possible to insert among high parametrically technologies.

The superfinished surface excellency is corrosion resistant, friction wear and dynamically load. Often it is cheaper as the layer finishing by other processes, the work is very fast. Usually there is no fear of wasters, process is reproducibility, the obtained surfaces are uniform. The superfinished components are in operation more certain and they have increased lifetime. The superfinishing have the bancus in production.

Superfinishing is so advantageus that the production of some components we don't introduce ourself.

2. NEW TRENDS IN SUPERFINISHING

The wide application possibilities of this progresive finishing method of machining noted the german concern SUPFINA. In the officies more than sixty countries the concern use the own working approach to the superfinishing technologies, which are based on some principles:

- the careful selection of tools (superfinishing abrasive stone) regarding to the application specifics (degree, quality and material hardness),
- the wide possibility of setting up the working parameters (oscillation frequency and compressive force of tool),
- the selection of „cinematics scheme“ of superfinishing on dependency of the superfinishing surfacel length,
- the setting up the length of the abrasive stone moving and the speed of oscillation and the missing of „formal“ mistakes (for example – the surface waving, surface spiraled, cylindrical divergence...).

The described principles are used for the applications in the various fields.

For the superfinishing of camshaft are used the superfinishing process, which the tool (superfinishing abrasive stone or superfinishing tape) pneumatically holding down the came. It is need to provide for the tool in the contact with workpiece, it is needs to use the abrasive stones respecticly the tape guides with minimal measurements. The camshaft rotates in two course – in the course of hour-hand and opposite course. The oscillation move is not performed by tool (superfinishing abrasive stone or tape) but by workpiece (fig. 1).

¹ Doc. Ing. Zdenko Lipa, CSc, Ing. Monika Bónišová:

Slovak University of Technology, Faculty of Materials Science and Technology, Department of Machining Assembly
Bottova 23, 917 24 Trnava, SLOVAKIA, tel./fax: 033/5521061, email: kom@mtf.stuba.sk

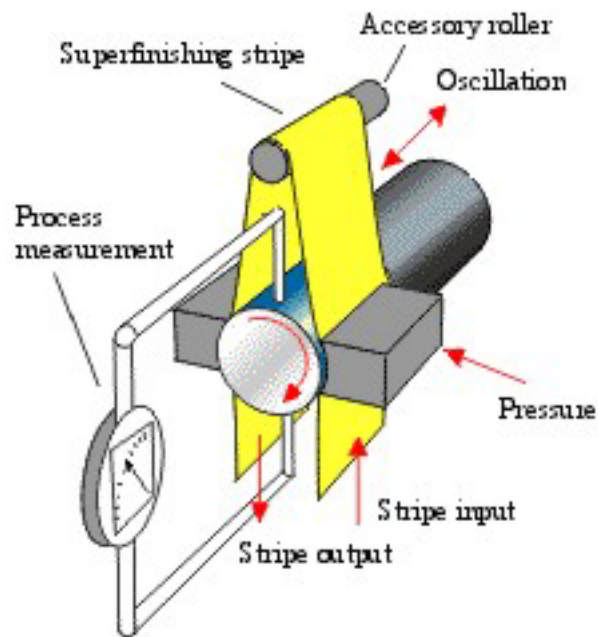


Fig. 1 The principle of the shafts superfinishing.

The superfinishing of transmission shaft are realized by fy. SUPFINA, the transmission shaft are centered between two supporting disks, which are driven. The holders of superfinishing abrasive stones are pneumatically controled therefore it is possible to suddenly superfinishing the several pins. The linear oscillation of stones can be educed mechanically or pneumatically in dependence of the pin wide it is selected the additional stream of oscillation (fig. 2).

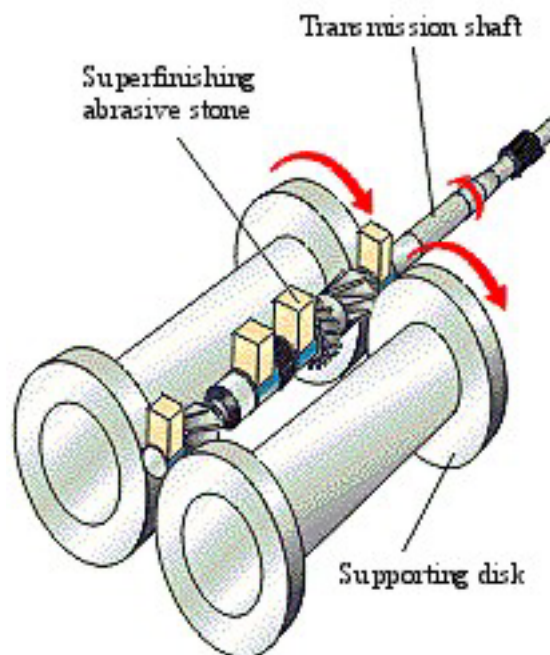


Fig. 2 The superfinishing of transmission shafts.

For the superfinishing of the coupling covers it is possible to use the special equipment furnished by three superfinishing tools (roughing and finishing abrasive stones and superfinishing tape), measurement equipment, vertical spindle and the holder for the gripping of superfinishing tools. The workpiece is gripped in the spindle axle. The grooves superinishing and cylindrical surfaces be in progress together (fig. 3). To the achieving of the required diameter, accuracy and roughness of machined surface of components, it is used the two – phased superfinishing (roughing and finishing), which are adjusted to the base of measurements of process by means of the measurement equipment.

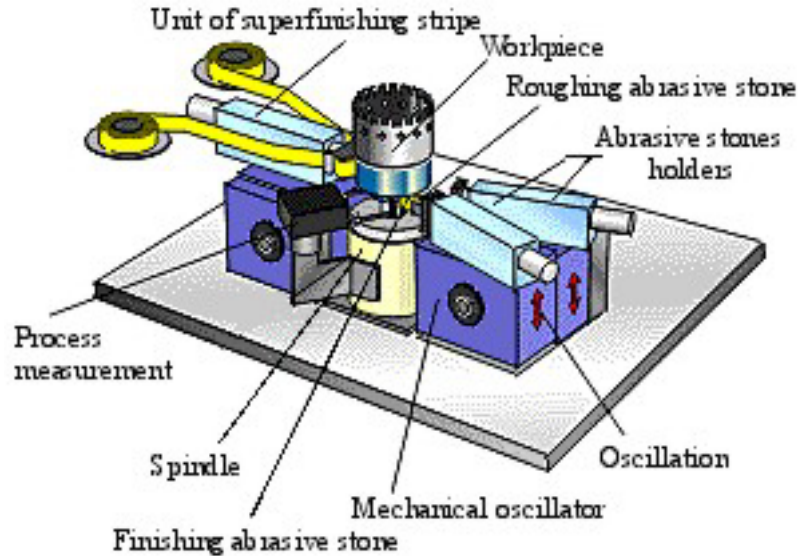


Fig. 3 The coupling covers superfinishing.

The requirements for the surface quality and geometric shape of coupling covers is secured by joining of two superfinishing processes – superfinishing by abrasive stones (geometrical shape) and superfinishing by tape (surface roughness). The showed process substituted recently the used grinding process with the following polishing and advantages:

- ✓ low price production,
- ✓ the high security of machining process,
- ✓ the small increase of heat,
- ✓ the decreasing of noise,
- ✓ the minimalization of applied technological processes,
- ✓ simultaneously superfinishing of several highly accurate surfaces on the one gripping.

The expences reduction to the superfinishing tools it may to achieve by the saturation of the adhesives. The superfinishing abrasive stones with the ceramics adhesives are saturated by sulphur (the adhesive is saturated by sulphur). Thereby it is improved the lubricant effect (reduced the cutting friction), the superfinishing tool is then generally a tone degree harder and it is extended the life time 1,5 – 4 – times. Also, but with smaller effect it is possible the tools with bakelite contexture saturated by graphite.

3. CONCLUSION

The superfinishing is the perspective form of finishing, which the value will in the industry increasing. From this view it is need to regarded the all efforts to its application or expansion to the technical practise.

THANKING

The article was originate within the project solving GA MŠ No. 1/1079/04: „The theory of finishing processes in machining“.

REFERENCES

- [1] www.supfina.de
- [2] Janáč, A. – Batora, B. – Baránek, I. - Lipa, Z.: *Technológia obrábania*. STU, Bratislava 2004.
- [3] Görög, A.: Model superfinišovacieho nástroja. *Strojárstvo v hospodárstve a priemysle 7-8*, 1999, str. 69.
- [4] Lipa, Z. – Janáč, A.: *Dokončovacie spôsoby obrábania*. STU, Bratislava 2000.
- [5] Lipa, Z. - Görög, A. - Görögová, I.: *Zvláštnosti superfinišovacích kameňov*. Akademická Dubnica 2002, Dubnica nad Váhom, str. 213 – 216.

Monika Dibalova – Zdenko Lipa¹

SPECIFICS OF GRINDING PROCESS

Summary: Certainly we can define the role of the tool in the cutting process. To design the optimal shape and type of tool in the cutting process. To design the optimal shape and type of tool, for the predetermined conditions of materials machining.

The complexity of grinding process and much variable parameters (properties and geometry of grains, grain layout on the work surface, binding material properties, hardness etc.) make the big difficulty for the theoretical and experimental study. The research of problems allow the continually improve of theory and practise of this complex grinding process.

1. INTRODUCTION

Grinding is the technology suitable for processing the strength materials, or for the achievement of required quality. The cutting edges of grinding tool are created by edges of grinding rains, they are accidentally placed and they have irregular shape. From these facts are resulted the specifics of grinding process in regard to the cutting processes by definite geometry of tools. Therefore in the grinding process is meeted with the specifics, which are divided to three groups:

- tools specifics,
- process specifics,
- machine specifics.

2. SPECIFICS OF TOOLS

- The cutting edges are systemless, it is possible to substitute by geometrical shape only approximately.

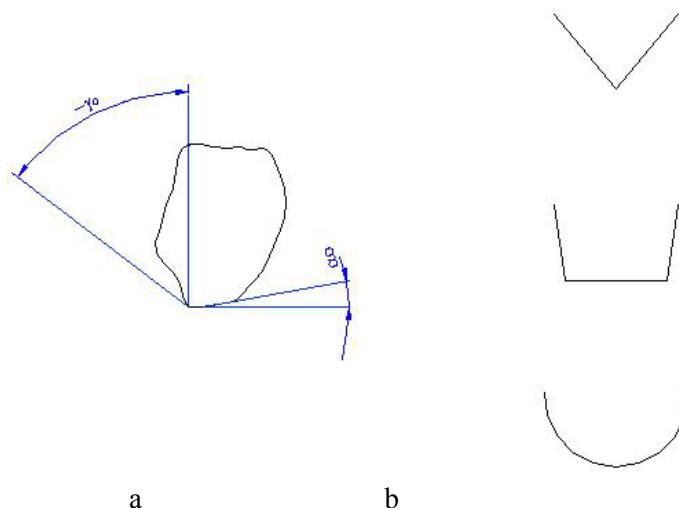


Fig. 1 a – the geometry of grain, b – idealized shapes of cutting edges.

¹ Doc. Ing. Zdenko Lipa, CSc, Ing. Monika Dibalová:

Slovak University of Technology, Faculty of Materials Science and Technology, Department of Machining Assembly
Bottova 23, 917 24 Trnava, SLOVAKIA, tel./fax: 033/5521061, email: kom@mf.stuba.sk

- The cutting work on the various radius R_i and they have unstable separation r_i .

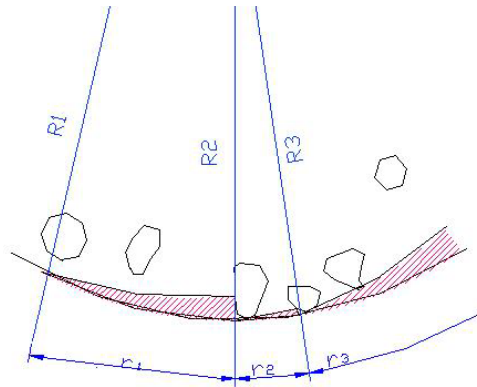


Fig. 2. Surface grains situation.

- The grains work with various thickness and width of cutted layer.

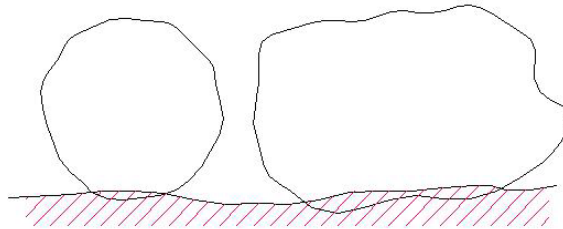


Fig. 3 Section by cutted grain.

- In the grinding process the grains are splitted or crumbled away.

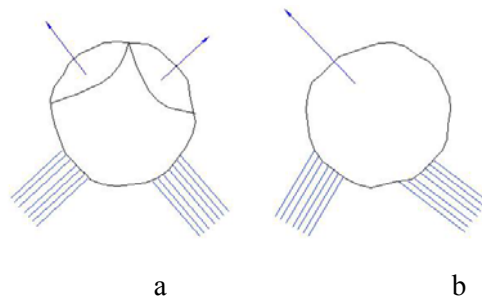


Fig. 4 a – splitting, b – crumbling away

- The grinding surface is made as a rest of cutting edges.
- High cutting speeds.

3. SPECIFICS OF PROCESS

- The shape of grindings. The shape of grindings maybe various. The grain detach the grinding on the surface, where the grindings are not striped by any grain. The grain get to the place of grindings sign cutted before the other grain.

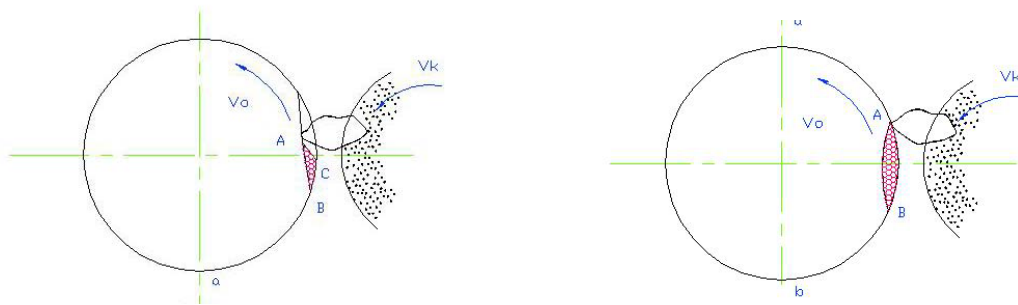


Fig. 5 The shape of grindings removal by the grain.
a – for the sign bespread, *b* - for the cutting of whole material.

- The grindings formation. The area of primary plastic deformation is forced to the depth a_p and is invoke the strain hardness. The elastic deformation a_e has the influence on the back grain friction intensity to the grinded surface and it is the reason of the head generation.

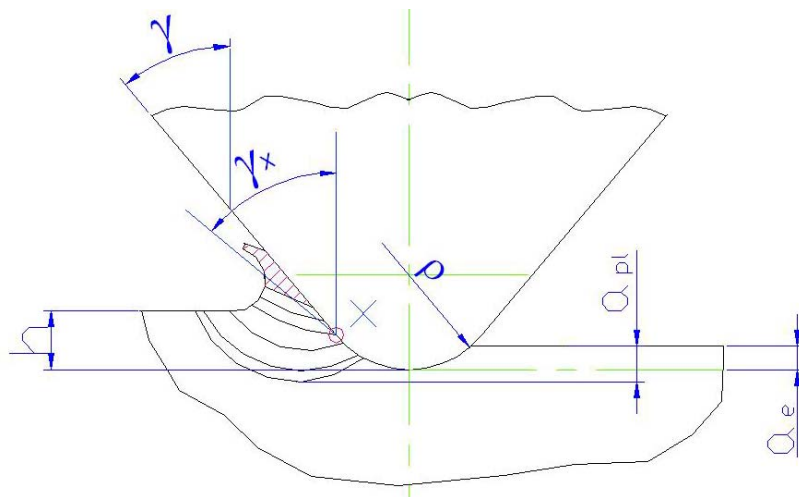


Fig. 6 The grain of abrasive.

- Grinding surface creation

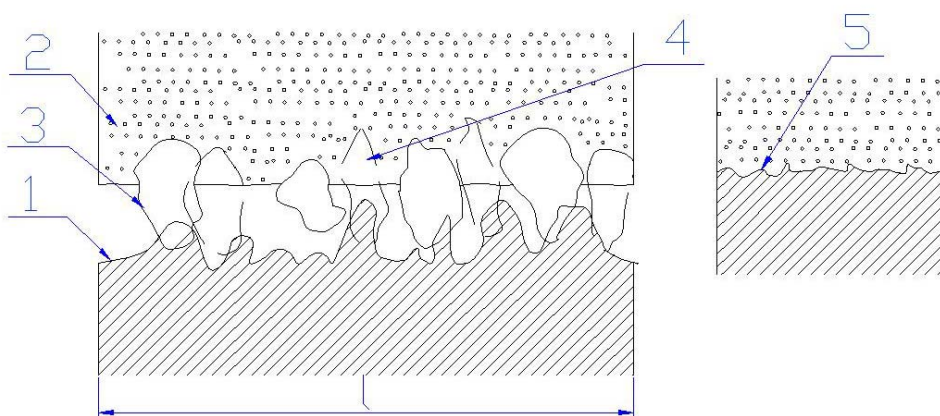


Fig. 7 The Scheme of grinding surface creation. *1* – the start surface before grinding, *2* – grinding wheel, *3* – first of grinding grains, *4* – following line of grinding grains, *5* – profile of finished surface.

4. SPECIFICS OF MACHINE

It is used some gear grinding machines. Their using are depending on the shape of grinding surface.

- cylindrical grinding machine
- internal grinding machine
- centreless grinding machine
- surface grinding machine

5. CONCLUSION

The complexity of grinding process is showed their specifics. The tools specifics are resulted from the irregular geometry. The process specifics are created by plastic and elastic deformation and from this heat creation. It is metted with various forms of materials offtake. The machine using will be depend on the grinding mode.

6. THANKING

The article was originate with in the project solving GA MŠ No. 1/1079/04:“The theory of finishing processes in machining.“

7. REFERENCES

- [1] Békés, J.: Inžinierska technológia obrábania kovov. Bratislava, Alfa 1981.
- [2] Lipták, J. a kol.: Technológia výroby: Obrábanie. Bratislava: Alfa, 1979.
- [3] Vasilko, K. – Hrubý, J. – Lipták, J. : Technológia obrábania a montáže. ALFA, Bratislava 1991.
- [4] Stančeková, D. – Štekláč, D. – Neslušán, M.: New Information about Dressing of Grinding Wheels. The 10th DAAAM International symposium. Vienna University, 21-23th october 1999, Vienna, Austria, str. 525-526.



¹ Gilbert-Rainer GILLICH, ² Sava IANICI, ³Nadia POTOCEANU, ⁴ Cornelia ANGHEL

BEHAVIOR OF HUMAN BODY IN VIBRATING ENVIRONMENT

Kurzverfassung: Zu den physikalischen Umgebungsfaktoren, denen Menschen am Arbeitsplatz ausgesetzt sein können, zählen die mechanische Schwingungen. Diese haben einen negativen Einfluß auf seiner Leistung (Arbeitsqualität und Arbeitskraft) aber können auch die Gesundheit gefährden. Der Bau eines Modells des menschlichen Körpers erlaubt den Einfluß der Schwingungen zu bewerten, aber auch Lösungen zur Begrenzung oder Minimierung der Schwingungseinflüsse zu finden.

1. INTRODUCTION

Among the physical environment factors, to which humans on the job can be exposed, the mechanical oscillations (vibrations) are some with height risk. This happens usually in artificial environments, where the human body is exposed to more extreme conditions than those of the natural environment.

The effect of vibrations is the diminution of work capability (regarding the quality of products, the ability to handle high performance machines and the overall performance) of the affected personnel. Vibrations can generate negative health effects, of acute or chronic nature. Acute effects, which appear by short-term exposures, are: headache, chest pain, abdominal pain, nausea, loss of balance, etc. Chronic effects appear by long-term exposures. The effects are: degenerative spinal changes, lumbar scoliosis, degenerative disorders of the spine, herniated discs, disc disease, disorders of the gastrointestinal system, etc.

Even if the humans have no sensors specialized to detect vibration, they are capable to evaluate the vibration level. There are two methodologies to evaluate the effects of vibrations.

The first one is to categorize the vibration's intensity using a scale. To be adequate, the scale must by not to large but not to fine too. Schmidtke [1] recommends a scale from 1 to 5, like in table 1.

The second is to compare the intensity of two vibrations. There are two ways to make the evaluation. The first way is to compare two consecutive vibrations. The second is to expose a testing person to a vibration and than to let him choose the level of a vibration with a similar intensity.

Table 1. Perception scale for evaluation of vibration's intensity

1	2	3	4	5
very low	low	medium	strong	very strong

These are subjective methods to evaluate the vibration's effect on a human body. A "scientific" evaluation of effects considers [2]:

- the vibration's amplitude;
- the vibration's frequency;

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

² PhD Sava IANICI, Professor, "Eftimie Murgu" University of Resita - Romania, tel. +40 255 210227, fax. +40 255 210230, e-mail. s.ianici@uem.ro

³ PhD Nadia POTOCEANU, Professor, "Eftimie Murgu" University of Resita - Romania, tel. +40 255 210532, fax. +40 255 210230, e-mail. n.potoceanu@uem.ro

⁴ PhD Cornelia ANGHEL, As. Professor, "Eftimie Murgu" University of Resita - Romania, tel. +40 255 210227, fax. +40 255 210230, e-mail. canghel@uem.ro

- the exposure time;
- the transmission mode;
- the vibration's direction relative to the human body.

The effect of vibration can be amplified by the appearance of following factors:

- the pressure between the human body and the source of vibration;
- the body's position;
- temperature;
- noise;
- vibration mode.

2. THE TRANSMISSION OF VIBRATION TO THE HUMAN BODY

In workplaces and other environments there are various vibration sources. Anyway, vibrations are transmitted, [2] and [3], to the human body into two different ways:

- through the hands and arms - called Hand-Arm Vibration or HAV. These kinds of vibrations are produced by using vibrating hand tools (electric, pneumatic, hydraulic, etc).
- through the legs, pelvis or spine - called Whole-Body Vibration or WBV. These kinds of vibrations are transmitted to the persons with activity near vibrating machine, using various vehicles or living or working in buildings near big vibration sources (a 150-ton press). The position of the body can be sitting, standing, lying or undefined.

To determine the vibration's direction relative to the human body it is necessary to choose coordinate systems, [4] and [5], presented in figures 1, 2, 3 and 4.

Hand-Arm vibration appears by using vibrating hand tools (chain saw, electric drill, chipping hammer) or equipment (wood planer, punch press, packaging machine). The coordinate system is presented in figure 1.

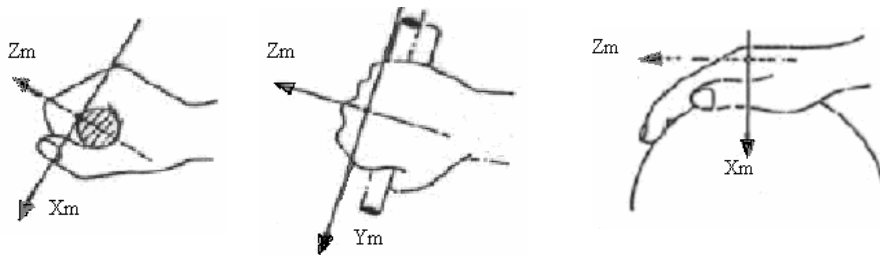


Figure 1. Coordinate system for hand/arm vibrating system

Working or living conditions that involve sitting, standing or lying on a vibrating surface produce whole-body vibration. To the sitting human body, vibrations are transmitted by driving or using vehicles. It can be a train, excavator, crane, airplane, dumper, tractor, etc. The coordinate system is presented in figure 2 a.

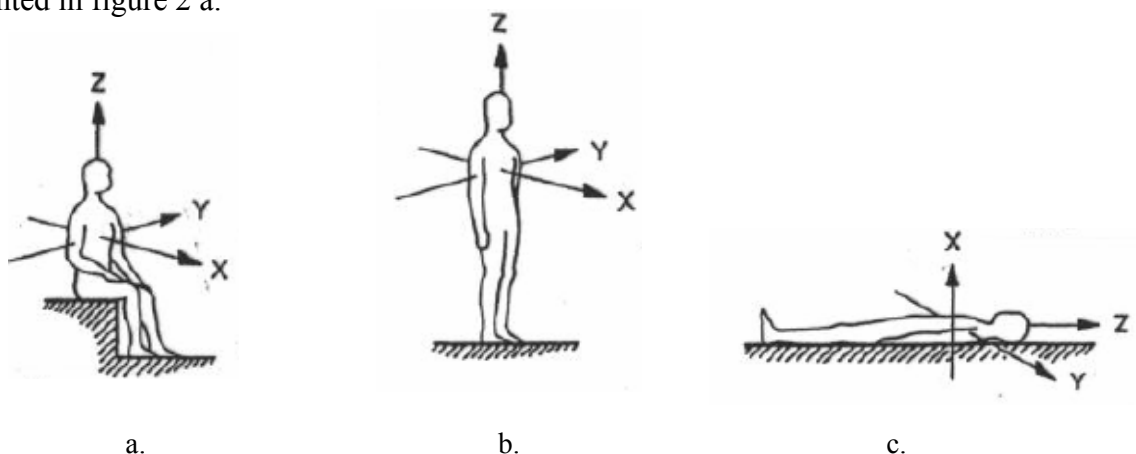


Figure 2. Coordinate system (a- for a sitting person; b - for a standing person; c - for a lying person)

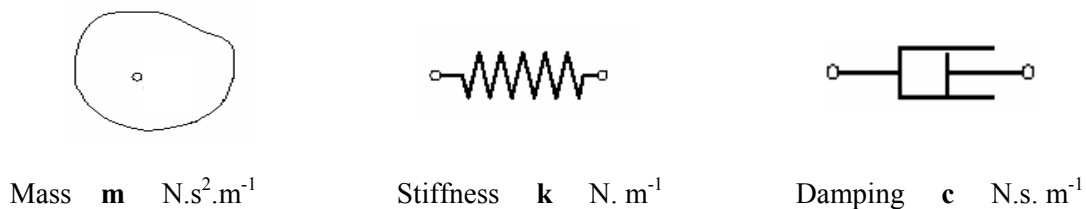
Workers who stand on vibrating surfaces absorb most of the vibration energy in their legs, particularly the knees. Whole body vibration forces on the spinal discs can cause micro fractures in the disc structure, which may lead to herniated or ruptured discs. Vibration can also disrupt the blood supply to the tissue around the spine, resulting in fatigue and inflammation. When the feet or buttocks are in contact with a vibrating surface, injury is usually to the spine. The coordinate system is presented in figure 2 b.

Persons exposed to vibration in lying position are mostly passengers of sleep wagons, ships or resting drivers in trucks. The coordinate system is presented in figure 2 c. Persons exposed to vibration in undefined position are mostly passengers of big transport vehicles.

3. DISCRETE MODEL OF HUMAN BODY

The human body is both physically and biologically a "system" of an extremely complex nature. When looked upon as a mechanical system it can be considered to contain a number of linear as well as non-linear "elements", and the mechanical properties are quite different from person to person

A discrete model of the human body (as a vibrating system) is possible to be realized by separating the mass, elasticity and damp properties of different body sub systems and substitute them with mechanical elements. The magnitude of vibration and the natural frequency of the system depend on these properties:



The forces acting on the system are dependent on:

acceleration (a) x mass (m) velocity (v) x damping (c) displacement (x) x stiffness (k)

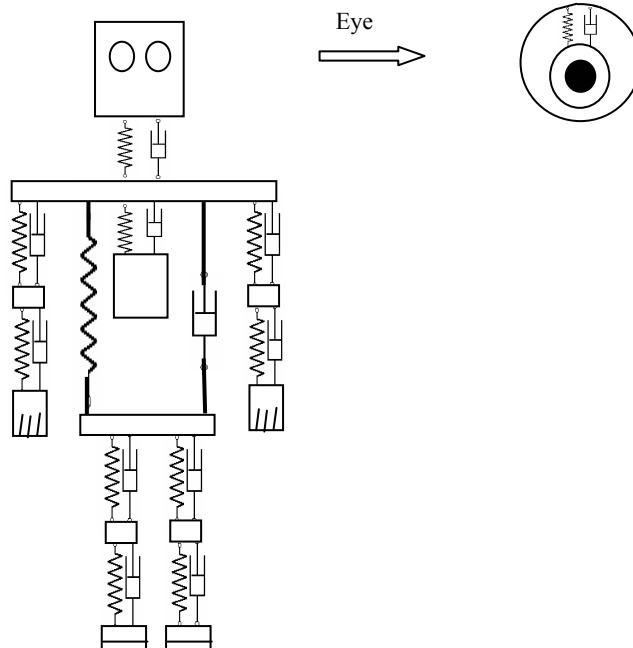


Figure 3. Mechanical analog of the human body

So, we can write a force equilibrium equation for a general vibrating system as:

$$m \cdot \ddot{x} + c \cdot \dot{x} + k \cdot x = F(t)$$

To realize a mechanical analog of a human body (figure 5) is necessary to substitute all the important (from mechanical point of view) sub systems and to determinate there parameters. The parameters are different from person to person, so it is important (for concrete problems) to determinate this minimally for groups. Example: with tractors in agriculture works in general mans with 75-100 kg. Natural frequencies determinate by some laboratories are presented in table 2.

Table 2. Natural frequency of different sub systems

Autor Modeled sub system	Smith		Rasmussen (standing person)	Morrison
	Male (sitting)	Female (sitting)		
Head	-	-	25 Hz	7 Hz
Lower jaw and skull	-	-	-	100-200 Hz
Eyeball	-	-	30-80 Hz	60-90 Hz
Spine	-	-	4-5 Hz	5 Hz
Thorax	6,3 Hz	5 Hz	4-8 Hz	3 Hz
Higher leg	15,9 Hz	18,1 Hz	2-20 Hz*	5 Hz
Lower leg	6,8 Hz	9,8 Hz		
Lower arm	-	-	16-30 Hz	-
Hand grip	-	-	50-200 Hz	-

It is important to mention that above 100 Hz, simple lumped parameter models like that shown in figure 5 are not very useful. It is then necessary to apply continuous structural analysis methods which become very complex. By such methods, however, it has been shown that for the skull itself, the fundamental mode of vibration seems to be in the region of 300 400 Hz with resonances for higher modes around 600 to 900 Hz. At still higher frequencies use must be made of wave theory both in the form of shear waves and of compressional waves (sound waves).

REFERENCE

- [1] **Schmidtke, H.** - *Lehrbuch der Ergonomie*. Hanser, München, Wien, 2. bearb. u. erg. Auflage, 1981
- [2] **Müller-Huck, S.** - *Schwingungen*, Praktikum in Arbeitswissenschaften, Universität Karlsruhe, Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion
- [3] **Bratu, P.** - *Sisteme elastice de rezemare pentru maşini şi utilaje*, Editura tehnică, Bucureşti, 1990
- [4] **ISO 2631**
- [5] **ISO 5349**
- [6] **Gillich, G.R.** - *Dinamica maşinilor*, Editura AGIR Bucureşti, 2003
- [7] **Rasmussen, G.** - *Human body vibration exposure and its measurement*, Internet site
- [8] **Smith, S.D.** - *Modeling Female vs Male whole-body vibration response*, Twenty-First Annual Meeting of the American Society of Biomechanics Clemson University, South Carolina, September 24-27, 1997



д.т.н., проф. Мельничук П.П., к.т.н., доц. Выговский Г.Н., к.т.н. Громовой А.А., доц. Лоев В.Ю.
Житомирский государственный технологический университет, Житомир, Украина

ТОРЦОВЫЕ ФРЕЗЫ ДЛЯ ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Корпуса механизмов, приборов, аппаратов, а также рамы, станины составляют более 13% массива продукции машиностроения и металлообработки. Материалы этих деталей: чугуны (около 60%) и закаленная сталь (до 20%). В технологических процессах изготовления деталей от 10 % до 50% деталей должны иметь шероховатость обработанных поверхностей Ra не больше 1,6 мкм [1].

В последнее время чистовая обработка плоских поверхностей все чаще выполняется торцовым фрезерованием, как правило, стандартными торцовыми фрезами, которые имеют ряд недостатков. Устранения этих недостатков есть важной задачей, которая может решаться в нескольких направлениях. Одним из направлений решения поставленной задачи есть проектирования более совершенных конструкций фрез с комбинированными схемами резания, которые бы отвечали поставленным требованиям и учитывали накопленный опыт и результаты современных научных исследований, с целью дальнейшего применения таких фрез на производстве.

Целью данной работы является улучшение качества обработки плоских поверхностей чугунных и стальных закаленных деталей за счет использования новых конструкций, в которых применены ступенчатые схемы резания, косоугольная безвершинная геометрия резальных ножей, комбинирования движений резальных ножей в процессе обработки.

Для достижения поставленной цели предложены решения следующих задач:

- выполнения анализа особенностей конструкций, эксплуатации и трудоспособности торцовых фрез, особенностей конструктивных элементов ступенчатых фрез с регулированием расположения резальных ножей и их влияния на характер процесса резания;
- разработка на основе теоретического анализа усовершенствованных конструкций

торцовых фрез с регулированием расположения резальных ножей;

- исследования влияния режимов резания разработанных конструкций фрез на характер фрезерования;

- выполнения анализа кинематики процесса фрезерования ступенчатыми торцовыми фрезами с регулированием расположения резальных ножей;

- исследования влияния режимов резания на эксплуатационные показатели обработанных поверхностей и определение их рациональных значений при обработке стальных закаленных и чугунных деталей;

- выполнения производственных исследований и разработка рекомендаций относительно внедрения результатов работы на машиностроительных предприятиях.

Анализ опубликованных за последние годы отечественных и зарубежных решений (в том числе патентов и авторских свидетельств) по усовершенствованию конструкции чистовых торцовых фрез показывает, условно все чистовые торцовые фрезы можно распределить на две основные группы:

- инструмент с регулированием режущих ножей в процессе обработки;

- инструмент с неподвижно закрепленными режущими ножами.

Для дальнейшего использования за базовый был избран инструмент с регулированием режущих ножей в процессе обработки. Среди направлений усовершенствования базового инструмента можно выделить несколько основных:

- применение прогрессивных схем срезания припуска;

- спирально-ступенчатое расположение режущих ножей;

- применение ножей с радиусной калиброванной кромкой и возможностью регулирования торцового биения.

Рассмотренные процессы финишной обработки плоских поверхностей разработаны недостаточно. Имеет место противоречивость существующих рекомендаций относительно применения и условий эксплуатации чистовых торцовых фрез, использования которых позволяет повысить качество обработки плоских поверхностей деталей.

Авторами было предложено применение комбинированной схемы резания, в которой наряду с неподвижно закрепленными относительно корпуса фрезы ножами существует профилирующий режущий нож с необходимой геометрией и возможностью движения в процессе обработки в направлении перпендикулярном к вектору подачи заготовки для обеспечения высокого качества обработки по ширине торцового фрезерования.

Усовершенствование схемы плоского фрезерования торцовыми фрезами реализуется путем снятия припуска резальными ножами, где наибольшую часть припуска удаляют резальными ножами, которые неподвижно закреплены относительно корпуса фрезы. Корпус движется по круговой траектории, после чего чистовой припуск удаляют резальными ножами, которые расположенные в радиальном направлении на наименьшем расстоянии от оси фрезы с наибольшим вылетом относительно неподвижных резальных ножей и двигаются за прямолинейной траекторией перпендикулярно к вектору продольной подачи заготовки, которая обеспечит повышение качества обработки в направлении, перпендикулярном к вектору продольной подачи заготовки (рис. 1).

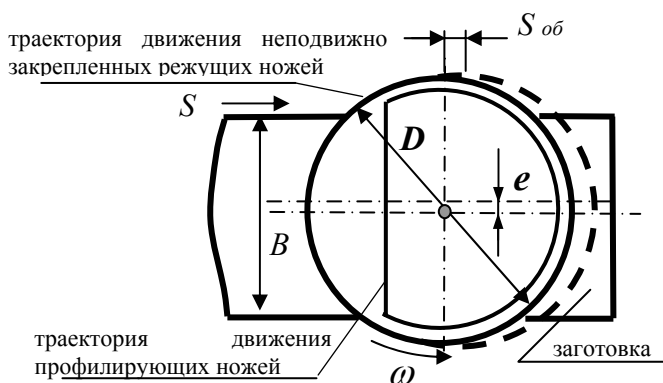


Рис. 1. Предложенные траектории движения режущих ножей торцово фрезы относительно заготовки

Формирование сечения среза в направлении, параллельном подаче заготовки, имеет вид (рис. 2)

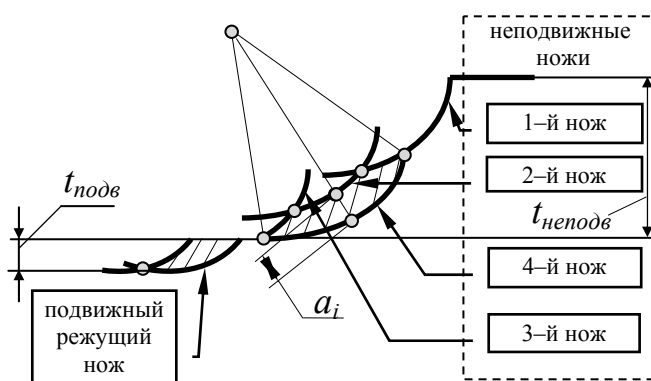


Рис. 2. Формообразование поверхности в направлении параллельном подаче заготовки при обработке торцовой фрезой с комбинированной схемой резания

Силовой анализ осуществлялся по соотношениям, полученным Розенбергом А.М. и Розенбергом О.О. [2] с уточнениями к условиям чистового торцового фрезерования. Для расчета составляющих силы резания: окружной силы P_o , подачи P_s и осевой силы P_A резания разработана методика определения количества ножей, которые принимают участие в резании, и реализован алгоритм с программой на ЭВМ (язык программирования C++).

Для определения рационального количества ступеней фрезы с комбинированной схемой резания были рассчитаны составляющие силы резания P_o , P_s , P_A с учетом изменяемого количества ножей, которые принимают участие в резании.

Результаты расчетов показывают, что наиболее стабильными в процессе обработки являются многоступенчатые фрезы. Для предложенной комбинированной схемы резания рекомендована конструкция с 9-ю ступенями.

На следующем этапе выполнено конструирование чистовой косоугольной торцовой фрезы с комбинированной схемой резания, предложена методика исследований для определения силовых факторов обработки и методика определения параметров микрогеометрии обработанных поверхностей.

Конструктивно фреза состоит из корпуса, в котором закреплены режущие ножи. Установка фрезы на станке представлена на рис. 3.

Крепления режущих ножей осуществляется клиновым зажимающим механизмом. В плунжере установлен и закреплен с помощью винта подвижный режущий нож с возможностью точного регулирования его осевого вылета микрометрическим винтом.

Копир, который обеспечивает прямолинейное движение режущего ножа в процессе обработки, закрепляется к корпусу шпиндельной коробки.

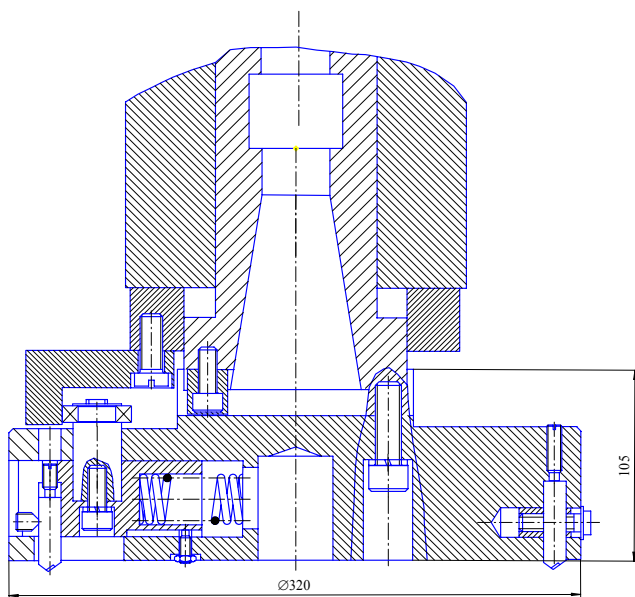


Рис. 3. Установка фрезы с комбинированной схемой резания на станке

Предложенная конструкция чистовой торцевой фрезы с комбинированной схемой резания дает возможность:

- срезать основную часть припуска режущими ножами, которые двигаются относительно обрабатываемой поверхности по круговым траекториям и закреплены неподвижно в корпусе фрезы;
- реализовывать движение профилирующего режущего ножа по прямолинейной траектории перпендикулярно к вектору подачи заготовки и выравнивать шероховатость обработки по ширине фрезерования;
- за счет ступенчатого расположения режущих ножей повысить максимальную глубину резания и объединить черновые и чистовые операции за один проход;
- осуществить регулирование осевого вылета режущих ножей при необходимости корректирования глубины резания;
- использовать ножи, оснащенные СТМ, для повышения качества обработанной поверхности, стойкости инструмента и производительности обработки;
- обеспечивать косоугольное резание, которое дает возможность уменьшить удельные нагрузки на единицу длины режущих кромок ножей, и таким образом в значительной мере дополнительно повысить стойкость режущих ножей;

– применять фрезу для обработки плоских поверхностей на станках фрезерной и шлифовальной группы.

Для обеспечения срезания тонких слоев было предложено ножи с косоугольной геометрией с углами наклона режущих кромок $\lambda = -(35^\circ - 45^\circ)$ с передней плоской и задней цилиндрической поверхностями.

Для получения значений составляющих силы резания P_x, P_y, P_z , в процессе обработки был использован монолитный трехкомпонентный фрезерный динамометр с блоком датчиков, блоком сопряжения и пакетом обработки сигналов.

Основной целью экспериментальных исследований была проверка результатов теоретического анализа и разработанных на его основе рекомендаций относительно определения параметров качества при обработке чугунных и стальных закаленных деталей, силовых характеристик процесса резания, исследования эксплуатационных характеристик обработанных поверхностей.

Объектом исследований была спроектированная торцевая ступенчатая фреза диаметром 320 мм, оснащенная гексанитом-Р. Максимальная ширина обрабатываемой детали – 90 мм.

Для сопоставления составляющих P_x, P_y, P_z силы резания, которые возникают при резании ножами, имеющими безвершинную косоугольную геометрию, понадобились дополнительные опыты. Для исключения погрешности сопоставления, связанной с физико-механическими свойствами и твердостью обрабатываемого материала, проводилась обработка деталей из чугуна СЧ21 и закаленной стали 45 разработанной фрезой с подвижным режущим ножом и инструментом без подвижного режущего ножа.

Установлено, что удельная нагрузка на единицу длины режущей кромки для ножей чистовой косоугольной торцевой фрезы с комбинированной схемой резания составляет до 250 Н/мм, что отвечает стандартным условиям чистового косоугольного резания.

Увеличение скорости резания V для спроектированных фрез приводит к уменьшению всех составляющих силы резания, которое особенно важно при условии недостаточной жесткости технологической системы. Повышение подачи $S_{мин}$ приводит к увеличению составляющих силы резания, в особенности при обработке закаленных сталей. При использовании чистовой торцевой фрезы с

подвижным режущим ножом составляющая силы резания P_y превышает составляющую P_z (рис. 4), что оказывает содействие созданию в объеме режущего клина напряжений сжатия.

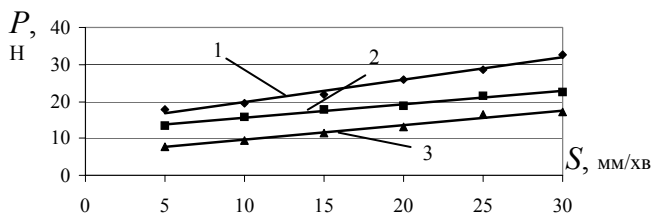


Рис. 4. Зависимости среднеарифметических значений составляющих силы резания (1 – P_y ; 2 – P_z ; 3 – P_x) от минутной подачи при скорости резания $V = 5,2$ м/с, $t_\Sigma = 0,75$ мм, материал детали – чугун СЧ21

Для сравнения статистических параметров профилограмм для фрез с традиционной и комбинированной схемами резания проводилась обработка чугуновых деталей (материал – СЧ21) фрезой с комбинированной схемой резания. Обработка выполнялась с использованием подвижного режущего ножа и без него. Режущие ножи расположены по спирально-ступенчатой схеме. Режимы резания: $n = 120$ мин⁻¹, $S_{мин} = 15$ мм/мин, $t_\Sigma = 0,75$ мм, глубина резания подвижным ножом – 0,05 мм.

Полученные параметры микрогеометрии обработанной поверхности представлены на рис. 5.

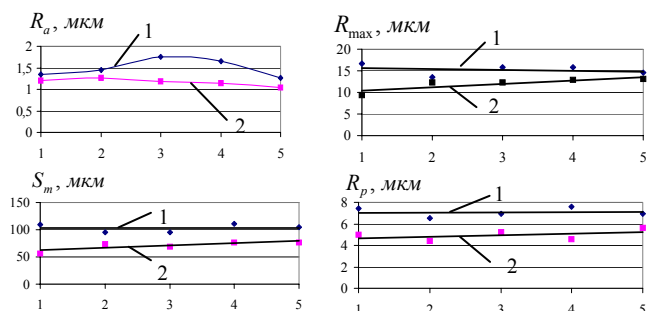


Рис. 5. Показатели микрогеометрии определенные в 5 точках по ширине обработки при частоте вращения шпинделя 120 мин⁻¹ и подаче 15 мм/мин: 1 – без подвижного ножа; 2 – с подвижным ножом

Дисперсия отклонений полученных значений от средних составляет соответственно: 0,02 мкм и 0,011 мкм. При использовании предложенной конструкции фрезы достигнуто уменьшение дисперсий отклонений значений среднеарифметической высоты

микронеровностей R_a в 1,82 раза по сравнению с фрезой без подвижного режущего ножа. Отмечено уменьшение среднего шага неровностей профиля S_m , высот наибольшего выступа профиля R_p , наибольшей высоты неровностей профиля R_{max} .

Проведенное теоретическое исследование аспектов чистового торцового фрезерования позволило разработать способ плоского фрезерования и конструкцию чистовой косоугольной торцовой фрезы с комбинированной схемой резания, оснащенную сверхтвёрдыми материалами, для чистовой обработки плоских поверхностей чугуновых и стальных закаленных деталей и тем самым улучшить качество обработки по сравнению с фрезами стандартных конструкций.

Экспериментально обосновано целесообразность использования комбинированной схемы резания с отрицательными углами наклона радиусных ($R = 5-10$ мм) режущих кромок.

При обработке серого чугуна СЧ21 и закаленной стали 45 рекомендованы следующие режимы резания и геометрия ножей: $V = 5,2$ м/с, $S_{мин} = 30$ мм/мин, глубина резания $t = 0,75$ мм, задний угол $\alpha_v = 8^\circ$, передний угол $\gamma = -10^\circ$, угол наклона режущей кромки $\lambda = -(35^\circ - 45^\circ)$, радиус задней поверхности неподвижно закрепленных ножей $R = 5$ мм, для подвижного – $R = 10$ мм.

Внедрение разработанной фрезы на ОАО “Беверс” (г. Бердичев) позволило повысить производительность обработки до 20% по отношению к обработке стандартными фрезами, оснащенными СТМ. Среднеарифметическая высота микронеровностей обработанных поверхностей для чугуновых деталей составляла $R_a = 0,6-1,1$ мкм, для стальных закаленных деталей – $R_a = 0,6-1,5$ мкм.

Литература

1. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты. – Киев: Выща шк., 1986. – 455 с.
2. Розенберг А.М., Розенберг О.А. Силы и мощность при обработке металлов торцовыми фрезами из СТМ// Сверхтвёрдые материалы. – 1988. – № 1. – С. 47–50.



M. Mijanović¹

DNC I BEŽIČNI DNC

Rezime: U radu su prikazani koncepti DNC i bežičnog DNC, kao i pregled potrebne opreme za bežični DNC.

1. PREGLED DNC SISTEMA

Povezivanje NC mašina sa kompjuterima je dovelo do koncepta DNC - Direct Numerical Control. DNC sistem memoriše CNC programe na kompjuteru i distribuira ih CNC mašinama u proizvodnoj hali (Distributed Numerical Control), ili startuje CNC programe direktno sa kompjutera, a ne sa CNC interne memorije (Direct Numerical Control). Direct Numerical Control se koristi kada NC mašina nema internu memoriju ili kada je potrebno izvoditi velike CNC programe koji su suviše veliki za CNC memoriju ili je potrebno suviše vremena za prenos u CNC memoriju.

DNC sistem može koristiti jedan kompjuter za opsluživanje svih CNC mašina ili po jedan kompjuter za svaki pojedinačni CNC ili grupu CNC-a (radne ćelije).

Kod starijih mašina se za povezivanje sa kompjuterom koristila serijska RS-232 veza. DNC danas ne predstavlja samo vezu između CNC upravljanja i kompjutera, već mora da obezbijedi: siguran dvosmjerni prenos podataka između kompjutera i CNC, kao i sistem upravljanja podacima za NC programe. Kada se prenos podataka vrši preko standardnih mreža kakve su Ethernet ili Token Ring, sigurnost podataka je garantovana. To obezbjeđuje transfer protokol TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol).

2. POVEZIVANJE VIŠE CNC SA KOMPJUTEROM

Za povezivanje više CNC mašina sa jednim kompjuterom se mogu koristiti sledeći uređaji:

- standardni COM portovi
- mehaničke prekidačke kutije (switch box)
- elektronski prekidač (switch)
- Multi-port serijska tabla (board)
- Ethernet serijski hub
- USB/serijski hub
- uređaji za bežičnu komunikaciju.

Standardni COM portovi i multi-port serijske table su instalisani unutar kompjutera; svi ostali uređaji se instaliraju sa spoljne strane kompjutera. Hub-ovi i bežični uređaji se povezuju na kompjuterski USB port ili na lokalnu mrežu (LAN).

Standardni COM port radi sa ugrađenim Windows COM port device driver-om. Windows kompjuteri obično imaju do četiri standardna COM porta, ali većina kompjutera klase Pentium imaju ugrađen samo jedan ili dva standardna COM porta. U većinu kompjutera se može postaviti plug-in-circuit board da bi se povećao broj standardnih COM portova.

Mehanička prekidačka kutija (switch box), koja nije skupa, može povezati 6 CNC upravljanja na svaki kompjuterski port, a više switch-eva se može kaskadno prikopčati da bi se povezala dodatna CNC upravljanja. Međutim, mehanički switch-evi mogu biti nepouzdaniji ako nije kontakt dobar, tako da operator

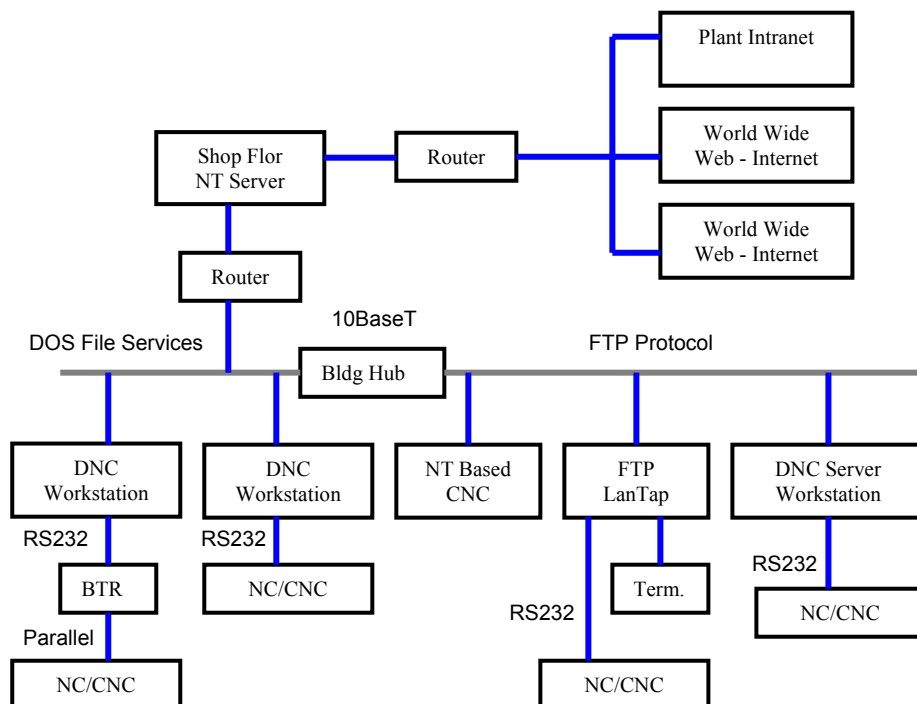
¹ Doc. dr Marina Mijanović, dipl. inž. maš. Mašinski fakultet, 81000 Podgorica, Cetinjski put bb, tel. 081/245-003, e-mail: marinami@cg.yu

mora provjeriti switch svaki put kad treba izvršiti prenos file-a. *Elektronski switch* je mnogo pouzdaniji i eliminiše potrebu provjeravanja switch-a.

Kada je više CNC-a povezano na kompjuter preko switch-eva, bilo mehaničkih ili elektronskih, kompjuter može komunicirati u jednom trenutku samo sa jednim CNC. To onemogućava korišćenje mogućnosti multitaskinga kompjutera da snabdijeva programima ili djelovima programa više od jednog CNC u jednom trenutku. Multiportovi i boards su bolji izbor od elektronskih switch-eva, jer oni omogućavaju multitasking, a neznatno su skuplji.

Multi-port serijske kartice se prave sa 2, 4, 8, 16 ili 32 porta po kartici u različitoj konfiguraciji (ISA ili PCI bus, 9-pinski ili 25-pinski kabl ili panel konektori, RS-232 ili RS-422, zaštićeni od uticaja drugih talasa, itd.). Konektor panel se mora postaviti blizu kompjutera, a kablovi se moraju razvući od svakog CNC do kopjutera. Da bi se prevazišlo ovo ograničenje može se koristiti Ethernet/serijski hub.

Za *multi-port serijske table (boards)* je potrebna instalacija ili *device driver* za rad sa Windows-om. Prije postavljanja board-a treba provjeriti da li postoji device driver za verziju Windows-a koja će se koristiti.



Sl.1 Blok dijagram primjera DNC sistema (izvor[2])

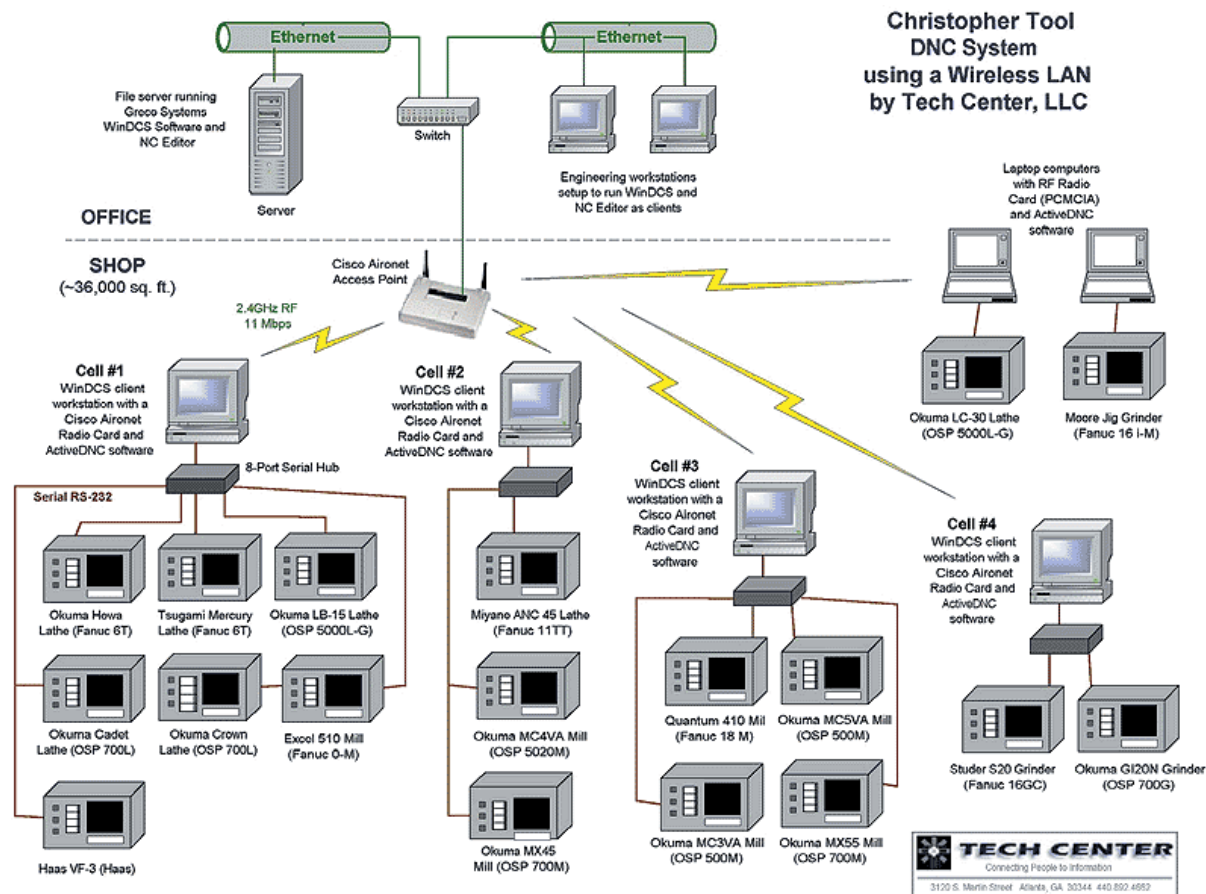
Ethernet serijski hub instalisan u proizvodnoj hali obezbjeđuje udaljene COM portove preko LAN-a. Nema direktne veze između kompjutera i Ethernet serijskog hub-a. Šta više, hub se može postaviti bilo gdje na LAN, a *software driver* instalisan na kompjuteru omogućava udaljenim COM portovima da rade kao lokalni Windows COM portovi. To znači da su Ethernet serijski hub-ovi kompatibilni sa svakim software-om koji koristi Windows COM port-ove.

Ethernet serijske hub-ove ne treba miješati sa DNC hub-ovima i Ethernet DNC adapterima. Ethernet serijski hub-ovi su uređaji opšte namjene koji rade sa standardnim LAN hardware-om i standardnim software-om. Nije potrebno učiti FTP, TCP/IP ili Telnet da bi se koristili Ethernet serijski hub-ovi. Ethernet serijski hub-ovi omogućavaju jeftiniju CNC-Ethernet vezu nego terminali i uređaji specijalne namjene.

Ethernet serijski hub obično po portu košta više nego serijska kartica za višestruki port, ali obezbjeđuje veću fleksibilnost i može smanjiti ukupne troškove instalisanja smanjivanjem dužine RS-232 kablova i instalacionih troškova. Nema potrebe za postavljanjem brojnih kablova do udaljenog kompjutera, a hub može biti instalisan bilo gdje da je potrebno (umjesto jednog velikog hub-a na centralnoj lokaciji može se instalirati nekoliko malih hub-ova na različitim lokacijama). Hub-ovi takođe mogu olakšati održavanje; defektni hub se može zamijeniti bez isključivanja kompjutera, a defektni kompjuter se može brzo zamijeniti ako nema serijskih board-ova koje bi tada takođe trebalo skinuti i ponovo instalirati.

USB serijski hub je relativno jeftin način da se doda mali broj serijskih COM portova na kompjuter sa USB portom. S obzirom da se USB serijski hub postavlja na kompjuterski USB port, nije potreban dodatni slot i ne treba otvarati kompjuter. USB serijski hub-ovi se trenutno izrađuju za 2, 4, 8, ili 16 portova.

3. BEŽIČNI DNC



sL.2 Primjer bežičnog DNC sistema (izvor [3])

NC Networking je tehnologija koja omogućava povezivanje NC mašina na kompjutersku mrežu preduzeća preko standardnih tehnologija kao što su Ethernet i TCP/IP. Danas sve veću popularnost dobija *bežična DNC mreža*. Za bežičnu vezu CNC-a postoji nekoliko metoda, ali su najpopularniji proizvodi kompatibilni sa IEEE 802.11b (11 Mbps) ili IEEE 802.11g (54 Mbps) standardima [1]. Bežični Ethernet IEEE 802.11 se mogu koristiti za povezivanje žičanog Ethernet sistema sa bežičnim čvorovima preko "Access Points" [4], koji su povezani sa LAN/WAN i DNC serverom.).

3.1 DNC bežična pristupna tačka (WAP)

Bežični sistem zahtijeva jednu ili više pristupnih tačaka (access points) koje omogućavaju bežično povezivanje sa LAN. *Wireless Access Point (WAP)* usmjerava NC podatke ka jedinstvenoj *Wireless Client adresi* za svaku CNC mašinu. Višestruke pristupne tačke se mogu koristiti na različitim lokacijama da bi se omogućilo pokrivanje veće površine. WAP može biti lociran u kancelariji ili u proizvodnoj hali, zavisno od proizvodnog okruženja. Svaka CNC mašina ima na sebi montiran bežični uređaj koji je povezan sa WAP u vidu virtualnog kabla. Wireless Client (WC) prima NC podatke, prenosi program u serijski port CNC mašine preko serijskog kabla.

3.2 DNC bežični adapter

DNC bežični adapter posjeduje bežične bridges sa port serverima za 1, 2 ili 4 CNC. Svaki DNC bežični adapter prima/šalje NC-podatke preko jedne male antene koja je tačno usmjerena na DNC Wireless AccessPoints. Pridošli bežični signali se u DNC bežičnom adapteru konvertuju u RS232-C format, koji razumije CNC mašina. Što se tiče hardvera, izlaz adaptera je povezan sa interfejsom (DB-25/f, DB-9/m, DB-25/m) CNC upravljanja sa kratkim kablom za podatke ili još bolje preko svjetlosnog signala. Ako se podaci šalju od CNC ka DNC računaru, put je isti, samo u suprotnom pravcu.

Bežične pristupne tačke (WAP) se takođe mogu koristiti sa drugim uređajima kompatibilnim sa standardom 802.11, kao što su portabl kompjuteri.

3.3 Sigurnost rada

Bežični sistem dozvoljava neautorizovani pristup, tako da treba izabrati proizvode i u sistem ugraditi odgovarajuće mjere zaštite (privatnost).

Sigurnost bežičnog prenosa podataka u proizvodnim pogonima sa jakim elektromagnetskim smetnjama se ne postiže samo preko veoma visoke frekvence nosača od 2,4 Ghz, već preko TCP-protokola sa njegovim višestrukim ispitivanjima paketa podataka prenešenih preko Ethernet-a. Ako podaci nisu verifikovani (preko Header- i Data-Checksum) da nemaju smetnji, oni se kanceluju i ponovo šalju sve dok rezultati ispitivanja ne budu korektni. To važi kako za tačno adresiranje (CNC mašine), tako i za kompletan sadržaj NC programa. Neželjeni pristup NC podacima poslatim preko bežične mreže može se izbjeći aktiviranjem integrisanog WEP-RC4-Daten ključa sa podešivom dužinom ključa od 64, 128 ili 256 bita.

3.4 Povezivanje starih NC/CNC mašina

Mnoge starije NC/CNC mašine nemaju serijski komunikacioni port pogodan za DNC. Međutim, većina upravljanja na mašinama koja imaju optički čitač bušene trake se mogu nadgraditi za DNC instalisanjem odgovarajućeg Behind-the-Tape Reader-a (BTR) interface adapter-a, kakve proizvode gotovo svi proizvođači opreme za bežični DNC.

3.5 Bežični DNC radi ovako:

DNC server (određeni PC), koji može biti postavljen u programerovoj kancelariji, je povezan sa WAP ili Hub-om koji se može postaviti na plafonu proizvodne hale. Standardna Ethernet veza povezuje server i hub. Hub radi kao prenosnik radio talasa u dva smjera od i ka CNC jedinicama. Hardverski uređaj ugrađen na CNC funkcioniše kao odgovarajući prenosnik za mašinu. Ovaj uređaj, Ethernet Client Bridge, konvertuje Ethernet u RS-232 ulaz. Jedan od ovih uređaja je postavljen u standardni RS-232 serijski komunikacioni port na svakom CNC. Operator pristupa DNC sistemu kao da postoji čvrsto ožičenje sa CNC bez razlike u funkcionisanju DNC interfejsa.

4 ZAKLJUČAK

Bežični DNC je interesantan za korisnike koji žele da zamijene stari sistem za prenos podataka sa kablovima kod koga su moguće smetnje, ili koji žele DNC rješenje za proizvodnu halu u kojoj se mjesta CNC mašina često mijenjaju.

Prednosti bežičnog prenosa podataka su:

1. Ne moraju se postavljati kablovi za prenos podataka (izuzev od DNC wireless adapter do RS232C interfejsa na CNC, najbolje u LWL tehnici)
2. CNC mašine se u cijelom pogonu mogu izmjestiti, a da se ne moraju ponovo postavljati kablovi.

Bežični DNC povećava efikasnost prenosa pojedinačnih programa ka i od mašina. Sistem za organizovanje biblioteke programa i funkcija, uključujući i višestruke verzije, je bolji. Operatori su produktivniji jer troše manje vremena za prenos programa. NC editori su takvi da takođe štede vrijeme operatoru. Pouzdanost i fleksibilnost rada ovih sistema je velika. Ako je potrebno da se mijenja pozicija kompjutera ili doda novi kompjuter na postojeći LAN, nije potrebno hardversko povezivanje.

Skrćenice:

BTR - Behind the Tape Reader - tape reader interface to CNC

CNC - Computer Numerical Control - Computer unutar mašine, upravlja njenim kretanjima

DNC - Distributed Numerical Control - necentralizovano procesiranje numeričkih upravljačkih informacija

DNC-server - kompjuter koji vrši prenos file-ova do i od radnih stanica ili mašina

Ethernet - LAN hardware interface - odnosi se na protokol koji se koristi u komunikaciji

FTP - File Transfer protocol - protokol za pristup file-ovima na internetu i intranetu

Hub - uređaj koji povezuje kablove obezbjeđujući komunikaciju u mreži između uređaja povezanih kablovima

Intranet - TCP/IP mreža koja se koristi unutar kompanije, koristi LAN

Internet - TCP/IP mreža poznata kao World Wide Web

LAN - Local Area Network - tipična Ethernet mreža kompjutera i uređaja

LanTap - LAN TCP/IP asinhroni serijski port adapter

RS232 - el. specif.: $\nabla 12V$ jednostruki signali komunikaciju između dva korisnika

RS422 - el. specif. balansirani signal 0-5V za višestruku komunikaciju

TCP/IP - Transmission Control Protocol/Internet Protocol - protokoli koji se koriste u mrežnom radu

WAN - Wide Area Network

LITERATURA:

- [1] M. Mijanović: *Standardi u kompjuterski integrisanim proizvodnim sistemima*, rad prijavljen za 29.NSS HIPNEF 2004, Vrnjačka Banja.
- [2] <http://www.adrco.com/ftpcons.htm>
- [3] <http://pennwell.printthis.clickability.com/pt/>
- [4] <http://www.adrco.com/dnccons.htm>

DNC AND WIRELESS DNC

Abstract: *DNC and wireless DNC concepts are presented in this article.*



M. Glavonjić, D. Milutinović, S. Živanović, V. Kvrđić, Z. Višnjic¹

O JEDNOJ TROOSNOJ PARALELNOJ MAŠINI²

Rezime

Poznato je da su oblik i veličina radnog prostora slabost većine mašina sa paralelnom kinematikom. Mehanizmi Hexaglide i Triaglide su primeri u kojima je izvršeno izdužavanje radnog prostora povećavanjem hoda jedne od pogonskih osa u Dekartovom koordinatnom sistemu. Imajući u vidu takvo izdvajanje jedne dominantne ose, razvijen je jedan paralelni mehanizam za horizontalne i vertikalne glodalice. U poređenju sa sličnim napravljenim mehanizmima ovaj mehanizam ima nekoliko prednosti: bitno pravilniji oblik radnog prostora (nalik na modifikovanu prizmu), kako je to obično za serijske mašine; Veću krutost po prirodi koncepcije sa štapovima, vrlo dobar odnos sila i brzina u celom radnom prostoru mehanizma. U radu je opisana struktura mehanizma, dati su elementi modela, kao i parametri jednog projektovanog prototipa, koje je rezultat već sprovedene optimizacije i simulacije.

Ključne reči: paralelni mehanizma, modeliranje i simulacija

1. UVOD

Mašine alatke sa paralelnom kinematikom već imaju desetogodišnju tradiciju, računajući od pojavljivanja prvih primeraka, kao sajamskih eksponata. I pre i posle njih traženi su izazovi u tehnološkim sistemima da bi se tu maglo naći i pravo mesto mašina alatki, pa i mašina alatki sa paralelnom kinematikom. Jednom su glavni izazovi u tehnološkim sistemima ovako imenovani [1]:

- Simultano inženjerstvo
- Konverzija informacija u znanja
- Rekonfigurabilna preduzeća
- Integracija ljudskih i tehničkih resursa
- Ekološka kompatibilnost
- Procesi inoviranja

Za ove izazove tražene su i formulacije tehnologija: Rekonfigurabilni tehnološki sistemi, obrade i prerade bez otpada, obrada novih materijala, biotehnologije za tehnološke sisteme, modeliranje i simulacije preduzeća, metodi projektovanja proizvoda i procesa, poboljšanja interfejsa između ljudi i mašina.

Drugi put su posmatrane samo perspektive mašina alatki. Formirane su grupe istraživača za traženje odgovora. Teme tih grupa su bile [2]:

- Periferija i pomoćni pribori
- Digitalna fabrika
- Kvalitet, dinamika, pouzdanost
- Tehnologije
- Rekonfigurabilni tehnološki sistemi

Rezultat rada tih grupa bio je skup domena u kojima će se naći mašine alatke nove generacije. To su: Periferije i pomoćni pribori; nove tehnologije; virtuelni proizvodni sistemi; informaciono-komunikacione i tehnologije upravljanja; kvalitet, dinamika i raspoloživost; metodi projektovanja novih mašina alatki i tehnoloških sistema.

Pojavljuju se i inicijatori, koji se okupljaju oko neke teme, taman i da ima tradicionalnu formulaciju velikih izazova [3]. Cilj je opet da se preciznije formulišu očekivane koncepcije tehnoloških sistema. Ovom prilikom je stilizovano šest velikih izazova:

¹ dr Miloš Glavonjić, vanredni profesor, dr Dragan Milutinović, redovni profesor, mr Saša Živanović, asistent, Mašinski fakultet Beograd, 27.marta 80, 11000 Beograd, e-mail: mglavonjic@mas.bg.ac.yu, dmilutinovic@mas.bg.ac.yu, szivanovic@mas.bg.ac.yu, dr, Vladimir Kvrđić, Zoran Višnjic, dipl. maš. inž, LOLA MAA, Fabrika robota, alata i hidraulike, doo, Beograd

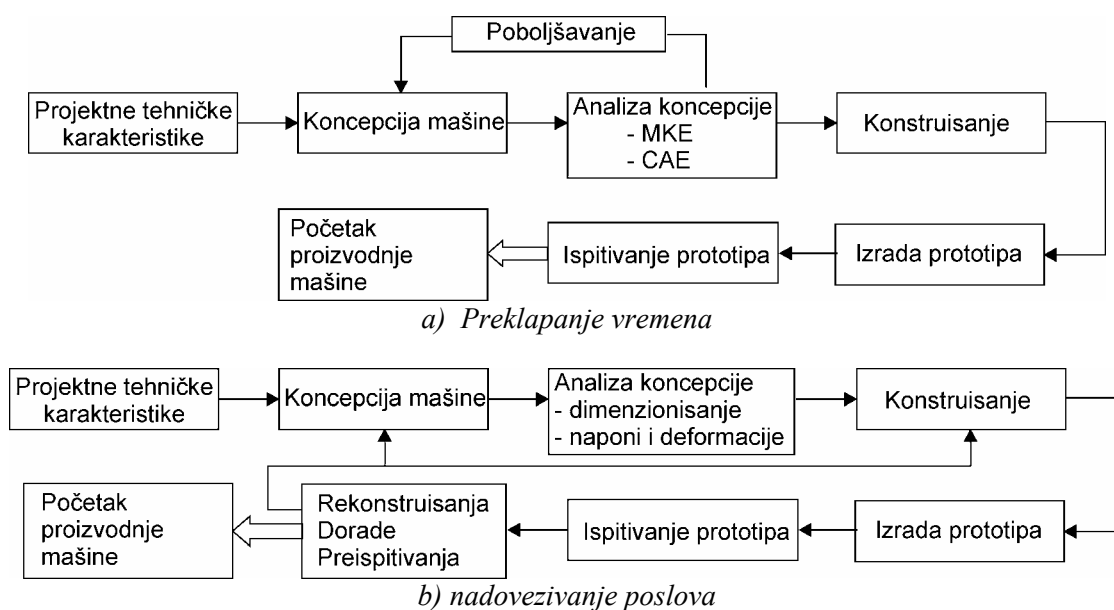
² Rađeno u okviru projekta: MIS.3.02.0101.B, Troosne paralelne mašine, u čijem finansiranju učestvuje MNTR Srbije i industrija. Rukovodilac projekta: dr Miloš Glavonjić.

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| • Sinhronizacija tehnologija | • Zadovoljavajuća agilnost |
| • Potpuno umrežavanje resursa | • Ekološka održivost razvoja |
| • Upravljanje znanjima | • Okupljanje oko tehnologija |

Razne firme na razne načine mogu prihvatiti ovakve izazove. Zависи to od njihovih resursa, proizvoda i kupaca. Ako se gleda po simultanom inženjerstvu, onda bi klasične krajnosti bile kao one sa slike 1.[4]. Tako će se odmah napraviti i razlika među firmama u njihovim ulaganjima u razvoj. Otuda se može nekada reći da neka firma u razvoj ulaže neobično veliki deo svog prihoda, a da se tu stvarno radi o firmi iz domena novih tehnologija, u odnosu na prosek u svetu u kojoj skoro svako ulaganje kao da je za razvoj. U nadovezivanju poslova nakupljaju se i problemi. U takvoj organizaciji početak proizvodnje mašine nije naznačen kao predvidivi naredni korak, slika 1b), taman da je kriterijum i noseća struktura te mašine.

Mašine sa paralelnom kinematikom imaju sasvim neobičnu noseću strukturu, a mašine alatke bez noseće strukture još uvek nisu formulisane. Za ovakve mašine treba:

- Tražiti i naći neke komponente sa tehnološkom tradicijom, da bi se dobio bar neki njihov robusni deo.
- Oformiti CAD/CAM/CAE okruženje za projektovanje, programiranje, ispitivanje i održavanje takvih mašina.
- Tražiti etalone za geometriju i kinematiku mašina sa paralelnom kinematikom u kojima su pogonske ose u svom koordinatnom sistemu, a alat sa svojim nosačem u svom.
- Premostiti diskontinuitet mašina sa paralelnom kinematikom u odnosu na zatečenu tradiciju standarde i preporuka za ispitivanje i eksploataciju mašina sa numeričkim upravljanjem i serijskom kinematikom.
- Proceniti šta se zaista govori, a šta realizuje kada je tema kalibracija mašina sa paralelnom kinematikom.
- Naslutiti vek ove generacije mašina sa paralelnom kinematikom, taman i da se svi očekivani izazovi u tehnološkim sistemima i ostvare.
- Naći način da se nešto proveriti sopstvenim snagama...



Slika 1. Tipične organizacije na jednom primeru projektovanja nosećih struktura mašina alatki [4]

Organizacija jedne takve provere za ovu troosnu paralelnu mašinu bila je ovakva:

- Naći nekoga ko će priznati trošenje vremena na razvoj ovakve mašine kao redovni posao. Bilo je to Ministarstvo za nauku, tehnologije i razvoj Srbije.
- Naći nekoga ko će prvobitnu zamisao proveriti na modelima. Bila je to Služba za razvoj Fabrike metalnih proizvoda, FMP A.D. iz Beograda.
- Naći nekoga ko će prvobitnoj zamisli dati industrijsko-inženjersku interpretaciju i napraviti prototip mašine. Bila je to LOLA Fabrika robota, alata i hidraulike, d.o.o., sada LOLA Sistem A.D.
- Naći nekoga ko će očuvati aktuelnost teme sugerisati resurse, planirati ispitivanje i eksploataciju i planirati šta dalje sa prvobitnom koncepcijom mašine. Bila je to Katedra za proizvodno mašinstvo, Mašinskog fakulteta iz Beograda.

Tako je osnovana svojevrsna holarhija za ovu mašinu, a njen prototip je dobio ime pn101_4 [5].

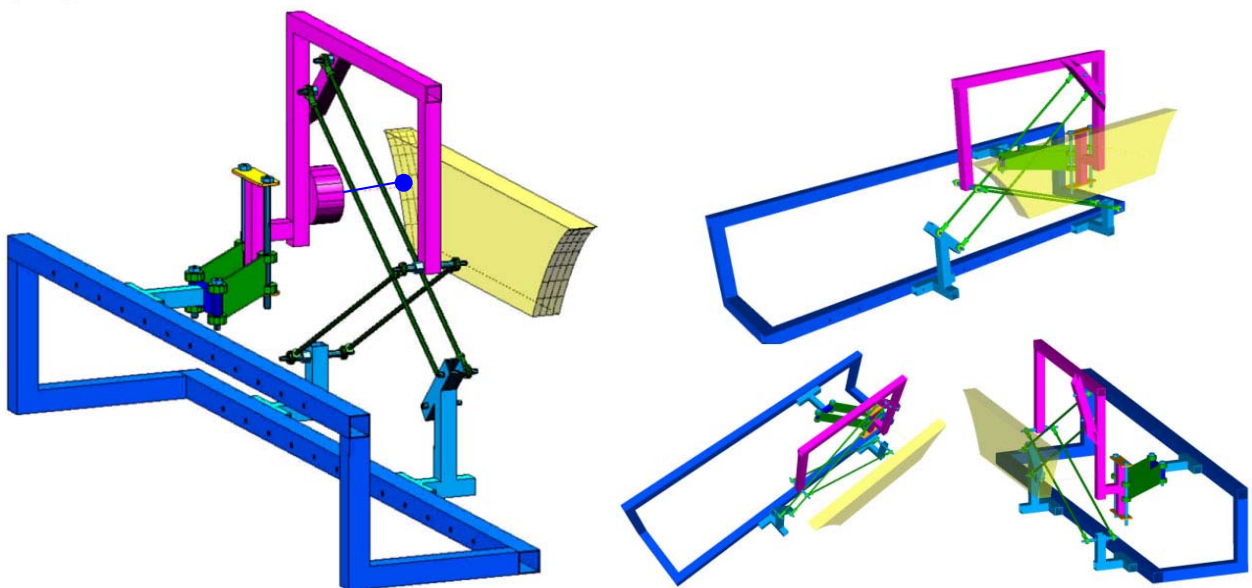
2. KONCEPCIJA MAŠINE

Pravilo je da se za svaku novu koncepciju mašine sa paralelnom kinematikom odmah pita:

- Kolika je zapremina radnog prostora?
- Kakav je oblik tog radnog prostora?
- Ima li singulariteta inverzne i direktne kinematike odabrani mehanizam?
- Koja je koncepcija pogonskih osa?
- Kako se upravlja mašinom?
- Kakvo je okruženje potrebno za njeno programiranje?
- Radi li ta mašina sa nekom kalibracijom i/ili kompenzacijom grešaka pozicioniranja u raznim delovima svog radnog prostora?
- Kakvi su rezultati ispitivanja po procedurama razvijenim za takve mašine i po procedurama za mašine sa serijskom kinematikom?
- Ima li takva koncepcija kakvu izgledniju primenu od njenih prethodnika?

Tako bi se moglo zaključiti da je ta mašina konkurentna za neki proizvodni program. Međutim, još uvek ne postoji metod koji bi pomogao da se sastavi mašina sa paralelnom kinematikom po meri nekog zahteva. Baš kao što se ne može dati opšte rešenje direktnog geometrijskog problema šestosne paralelne mašine, ne može se ni premostiti priroda funkcionisanja odabranog paralelnog mehanizma. Međutim, ako se intuitivno koncipira neki mehanizam, pa ako se desi da ga favorizuje povoljan odgovor na neko od postavljenih pitanja, onda se lako može formalizovati takvo rešenje danas uobičajenim procedurama. U njima bi se pominjalo: Rekonfigurabilnost, simultano inženjersvo, aksiomska teorija projektovanja, singulariteti, zatvorenost rešenja inverznog i direktong geometrijskog problema, dinamika,... Umesto toga, ovde se pokazuje samo koncepcija mašine pn101_4. Ako se dođe do njenog prototipa, onda će se znati naredni korak po slici 1., ako se izvrši ispitivanje, onda će se znati i odnos performansi i uložnog rada,...

Model inicijalne verzije mašine pokazan je na slici 2. To je kombinovani prikaz fizičkog modela i analitički dobijenog očekivanog oblika radnog prostora. Bila je to prvobitna zamisao za ovu mašinu. Odgovori na postavljena pitanja za ovu koncepciju prvobitno su ovako stilizovani:

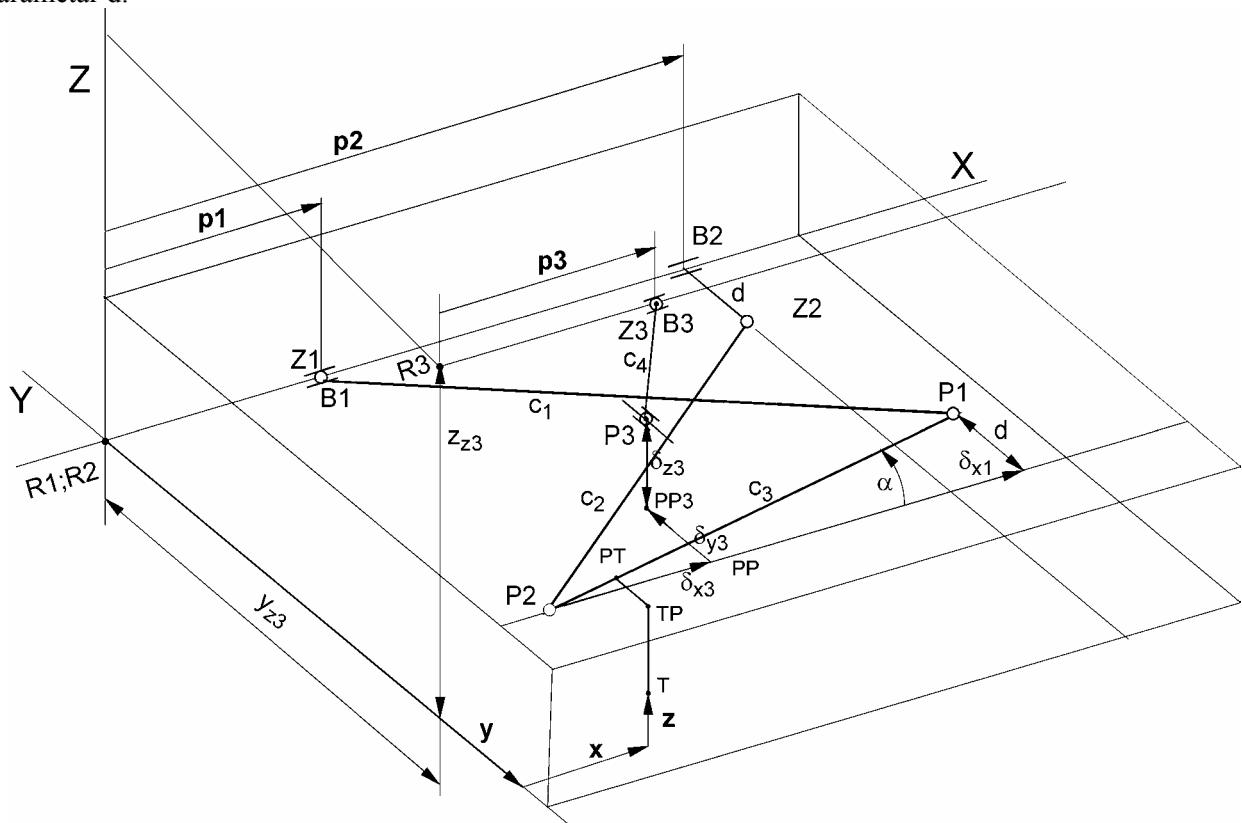


Slika 2. Fizički i analitički model prvobitne verzije mašine pn101_4. Rađeno u Službi razvoja Fabrike metalnih proizvoda iz Beograda.

- Radni prostor ovakve mašine može da se poveća onoliko koliko se dugom sama mašina može napraviti.
- Radni prostor je približniji pravilnom paralelopipedu od radnih prostora svih drugih poznatih paralelnih mašina. Pravilan paralelopiped je uobičajeni radni prostor mašina sa serijskom kinematikom.
- Mehanizam ima jedan singularitet inverzne kinematike na jednoj od granica svog radnog prostora. Ovaj singularitet se može lako izbeći.
- Pogonske ose su translatorne, paralelne, sa mogućom proizvoljnom dužinom i sa jednim translatornim pasivnim zglobovom.

- Mašina može da se upravlja prerađenim sistemom za upravljanje robotima kakav već postoji u firmi LOLA Sistem A.D.
- Programiranje može da se vrši u CAD/CAM okruženju, kao za troosne glodalice i postprocesiranjem sa pogodnim postprocesorima...

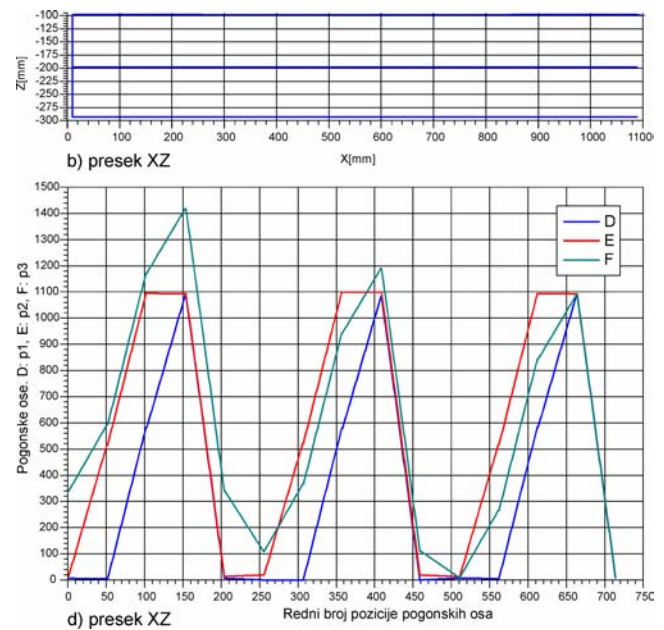
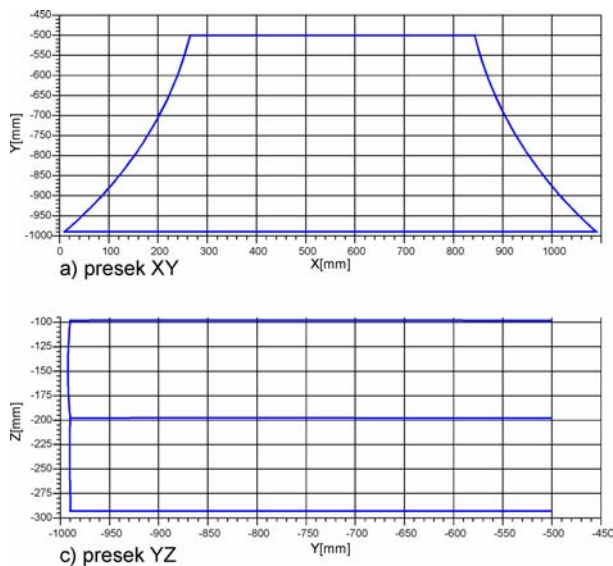
Postojanje translatornog pasivnog zgloba poboljšava oblik radnog prostora. Konceptija upotrebljenog mehanizma pokazana je na slici 3. [5]. Odabrano je da mašina bude vertikalna glodalica sa dugim hodom po osi X. Dve pogonske ose imaju ukrštene spojke i u dve uzajamno upravne ravni. Pozicije pogonskih osa imaju koordinate p_1 , p_2 i p_3 . Pravilo u označavanju detalja na slici 3. je : B – zglobovi na bazi ; Z – zglobovi između baze i platforme ; P – zglobovi na platformi ; T – vrh alata ; TP – vrh glavnog vretena u pokretnoj čauri ; R – referentne tačke pogonskih osa ; c – spojke, ... Pasivni zglob je u P3. Parametri mehanizma podešeni su tako da mašina ima zatvoreno rešenje za inverznu i direktnu kinematiku. Indikator za to je parametar d.



Slika 3. Model mehanizma mašine pn101_4 [5]

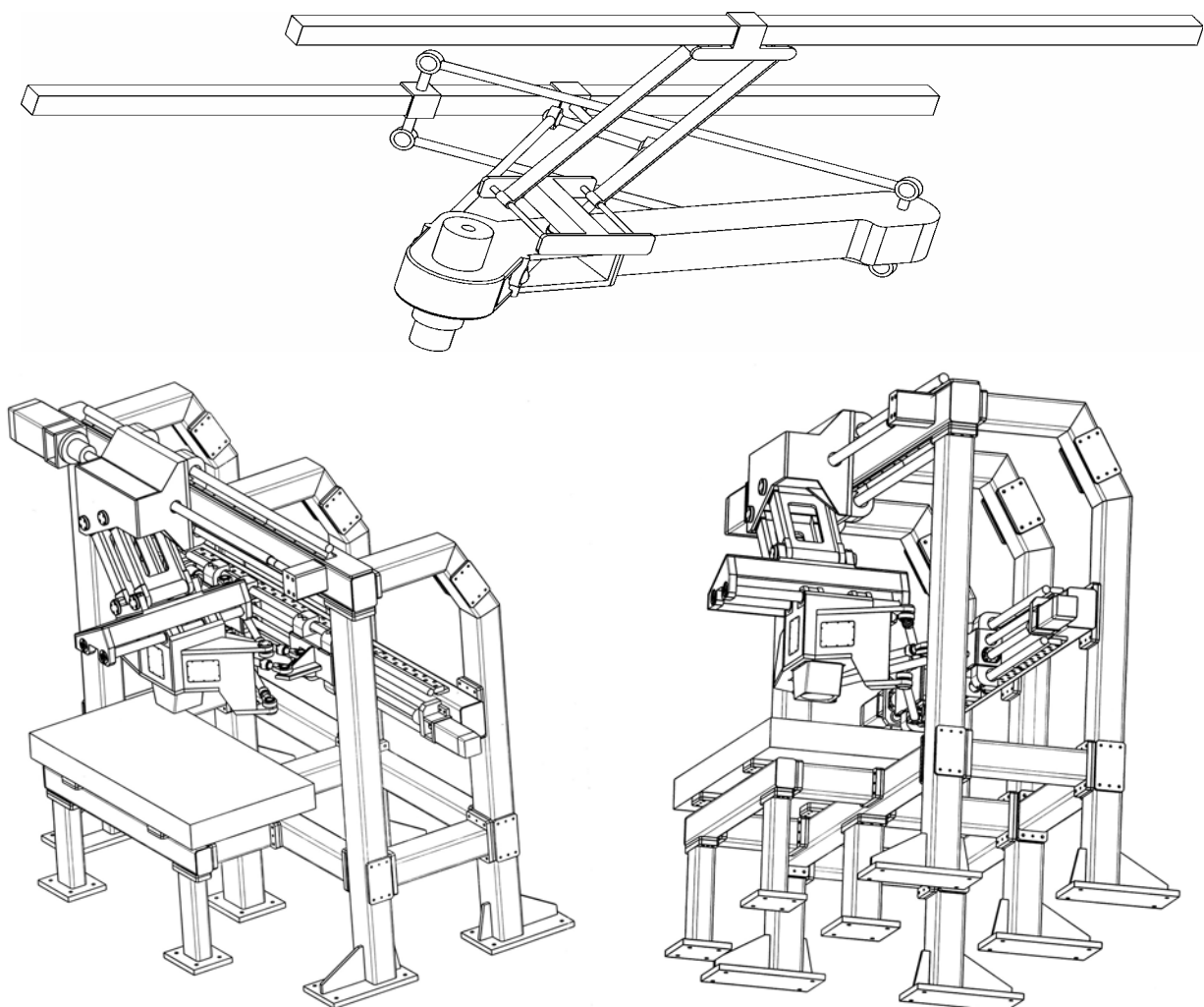
Ilustracija oblika i mera radnog prostora projektovanog prototipa pokazano je na slici 4 [5]. Specifični su sledeći detalji:

- U ravni (X,Y) radni prostor ima presek u koji se dobrim delom može upisati pravougaonik širine 500 mm.
- U pravcu Z pokazan je dostizivi prostor vrha vretena u uvučenoj čauri. Hod izvalčenja te čaure je 100 mm i ima graničnike za pozicije na 100, 50 i 0 mm. Ukupan bruto hod po osi po osi Z je 200 mm, a neto hod oko 195 mm.
- Skraćivanje je posledica izbegavanja da spojka c4 bude vertikalna, kada je mehanizam u singularnom položaju.
- U preseku ravnima paralelnim sa ravni (Y,Z) radni prostor ima blaga zaobljavanja na donjoj i gornjoj granici, slika 4c). Zbog toga je na slici 4a) data kontura radnog prostora koja se svakako može dostići na svakoj poziciji Z vrha alata T, a da pozicije pogonskih osa budu u propisanom uzajamnom odnosu. Na primer, da bude $p_2 - p_1$ između 450 i 970 mm itd.
- Promene pozicija pogonskih osa p_1 , p_2 , p_3 , prilikom opisivanja ivica radnog prostora na slici 4a,b,c), pokazane su na slici 4d). Tu se može i videti koliki su hodovi pogonskih osa i u kom odnosu su koordinate njihovih pozicija za razne pozicije vrha vretena na ivicama radnog prostora. Valja uočiti da pogonska osa p_3 ima specifičan tok u odnosu na ostale dve vezane za makaze mehanizma.



Slika 4. Neki detalji sa ivica radnog prostora projektovane mašine pn101_4 [5]

Dispozicija projektovanog prototipa pokazana je na slici 5. To je tačno industrijska interpretacija prvobitnog mehanizma. Projektovanje je dovršeno u CAD okruženju. U toku je i izrada prototipa. To vrši LOLA Sistem A.D. Prototip je pokazan bez sklopa glavnog vretena, bez kabine i sistema za upravljanje da bi se mogao videti projekat samog paralelnog mehanizma.



Slika 5. Dispozicija projektovanog prototipa mašine, pn101_4

3. ZAKLJUČAK

Nema mnogo mašina sa paralelnom kinematikom sa paralelnim i translatorskim pogonskim osama. Primeri su već klasične koncepcije Hexaglide i Triaglide. Kada se bude imao prototip mašine pn101_4 i kada se bude obavilo planirano ispitivanje, znaće se i mera valjanosti prvobitne zamisli, stare oko četiri godine, pokazane na slici 2. Prototipom se ovde smatra ovaj komplet: Mašina pn101_4, sistem za njeno upravljanje i procedure za njeno programiranje. Odnos hodova glavnog vretena, a time i mera radnog prostora u pravcima X, Y i Z je približno 5:2:1, respektivno kako je često i za portalne (vertikalne) glodalice, sa serijskom kinematikom. Oblik platforme je već sada pogodan za nadogradnju mašine u petoosnu dodavanjem dve serijske ose. Tako bi se potpunije iskoristile performanse već prerađivanog sistema za upravljanje robotom na ovu troosnu kinematiku, ali bi se mogla ispitati i perspektivnost mašina sa hibridnim mehanizmima: da se na osnovni mehanizam sa paralelnom kinematikom doda drugi sa serijskom (što bi ovde bio slučaj), ili da se na osnovni serijski mehanizam doda paralelni, sve u cilju poboljšavanja oblika i mera radnog prostora mašina sa čistom paralelnom kinematikom.

4. LITERATURA

- [1] N.N., Visionary Manufacturing Challenges for 2020, Committee on Visionary Manufacturing Challenges Board on Manufacturing and Engineering Design, National Academy Press, Washington, D.C., 1998.
- [2] N.N., Abschlussbericht Werkzeugmaschine 2010, VDW, Karlsruhe, 2002.
- [3] N.N., IMT's Grand Challenges, A Strategic View, V1.1, IMTI – Integrated Manufacturing Technology Initiative, Oack Ridge, 2000.
- [4] Schorry E. R., Machine Tool Structural Modeling and Simulation, UNOVA Industrial Automation Systems Inc., Cincinnati Machine, 2000.
- [5] Glavonjić M., Milutinović D., Živanović S., Troosne paralelne mašine, Elaborati (01,2,3)-03-2003, Mašinski fakultet Beograd, 2003.

M. Glavonjić, D. Milutinović, S. Živanović, V. Kvrđić, Z. Višnjic

One 3 – DOF Parallel Kinematic Machine

Summary

It is well known that workspace shape and volume are one of the greatest PKM weaknesses. Hexaglide and Triaglide mechanisms are examples where workspace extension is achieved by elongating one axis as a principal axis of motion which 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. In comparison with similar developed mechanisms it has several advantages such as: rather regular shape of the workspace (slightly modified block) similar to serial machines; greater stiffness by nature of struts arrangement; very good force and speed ratio through the entire mechanism's workspace. The paper describes mechanism's structure, modelling approach, design parameters optimization and simulation.

Keywords: Parallel mechanism, Modelling and Simulation



Lj. Lukić, M. Kalajdžić¹

PRILOG PRORAČUNU POGONSKIH SISTEMA LINEARNIH KRETANJA KOD TEŠKIH CNC MAŠINA ALATKI²

Rezime

Pod pojmom teške CNC mašine alatke, podrazumevaju se mašine velike snage, dugih linearnih hodova, velikih dimenzija radnih stolova, velikih brzina glavnog i pomoćnih kretanja i namenjene su za obradu kapitalnih delova mašinskih sistema i industrijskih postrojenja. U radu se prikazuje jedan praktičan pristup proračunu i dimenzionisanju pogonskih sistema linearnih kretanja kod teških CNC mašina alatki, uključujući razmatranje i kugličnih zavojnih vretena. Posebna pažnja posvećena je sistemu indirektnog pogona, kada se vrši ugradnja pogonskog motora sa prenosnikom, jer je u tom slučaju i proračun kompleksniji. Cilj rada je da se eksplicitno definišu polazne veličine potrebne za dimenzionisanje i proračun, da se definišu funkcionalne zavisnosti medju pojedinim parametrima i karakteristike ugradbenih komponenti.

Ključne reči: CNC mašine alatke, proračun, dimenzionisanje, pogonski sistem

1. UVOD

Svaki modul linearnog kretanja na teškim CNC mašinama alatkama ima svoj sopstveni pogonski sistem. On ostvaruje linearno kretanje, koje je najčešće pomoćno u procesu obrade i koje predstavlja jednu upravljačku celinu, tj. jednu upravljajuću NC-osu. Osnovne komponente pogonskih sistema linearnih kretanja su:

- motor sa regulatorom, mernim sistemom i mehaničkim delom i
- kuglično zavojno vreteno, uležišteno na modulu linearnog kretanja CNC mašine alatke.

Postoje različite mogućnosti konstrukcijskih rešenja pogonskih sistema linearnih kretanja teških CNC mašina alatki. Primenjuju se direktni pogonski sistemi sa linearnim motorima, ali su najčešća rešenja sa elektromehaničkim pogonskim sistemima, sa motorima koji izvode obrtno kretanje. U tom slučaju, za pretvaranje obrtnog u pravolinijsko kretanje koriste se kuglična zavojna vretena sa navrtkom u kojoj se vrši recirkulacija kuglica. Proračun i dimenzionisanje zavojnih kugličnih vretena se vrši na osnovu kriterijuma dozvoljene aksijalne sile, graničnog broja obrtaja, radnog veka i kriterijuma krutosti. U narednom poglavlju se razmatraju samo elementi proračuna vezani za dimenzionisanje pogonskog motora, sa interakcijom na druge funkcionalne parametre pogonskog sistema.

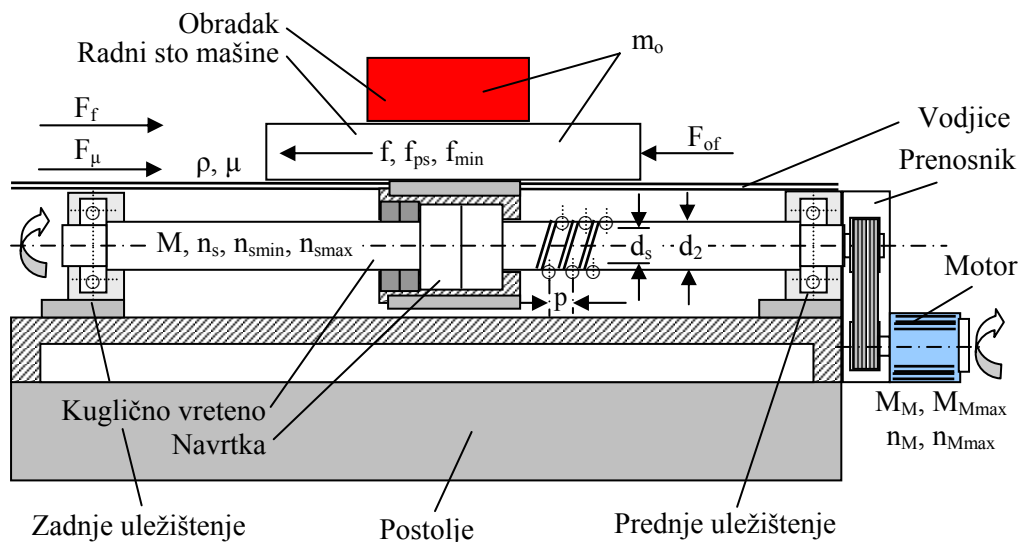
2. OSNOVI PRORAČUNA POGONSKIH SISTEMA LINEARNIH KRETANJA

Pogonski sistem linearnih kretanja, u slučaju kada su to pomoćna kretanja u procesu obrade, ima zadatak da ostvari kretanje izmedju alata i obratka savladjujući sve otpore kretanju. Proračun pogona pomoćnih kretanja uglavnom se zasniva na uslovu, da je otpor kretanju konstantna sila $F_{of} = \text{const}$, bez obzira na promenu brzine kretanja radnog stola teške CNC mašine alatke (slika 1).

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.

² U radu je objavljen deo rezultata projekta br. 3.02.0176.B, iz programa tehnološkog razvoja, koji finansijski podržava Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije.

Obrtno kretanje vratila servomotora se prenosi na zavojno kuglično vreteno, a sa njega preko recirkulacione navrtke na translatorno kretanje radnog stola mašine. Prenos obrtnog kretanja može biti ostvaren direktno preko spojnice ili indirektno preko prenosioca. Ovde se razmatra slučaj sa prenosnikom, jer je u izvesnoj meri proračunski kompleksniji od rešenja sa direktnom vezom motora sa kugličnim zavojnim vretenom.



Slika 1. Funkcionalni sklop pogonskog sistema modula linearnog kretanja na bazi servomotora

Prema slici 1, može se uspostaviti zavisnost izmedju obrtnog momenta zavojnog kugličnog vretena (M) i sile otpora kretanju (F_{of}):

$$M = F_{of} d_2/2 \tan(\alpha + \rho).$$

Sila otpora kretanju (F_{of}) jednaka je zbiru komponentne sile rezanja (F_f) u pravcu NC-ose i sile trenja izmedju radnog stola i postolja (F_μ):

$$F_{of} = F_f + F_\mu.$$

Ako se ovaj uslov uvrsti u jednačinu za moment zavojnog kugličnog vretena, dobija se

$$M = (F_f + F_\mu) d_2/2 \tan(\alpha + \rho).$$

Ugao uspona za zavojno kuglično vreteno, može se definisati ako je poznat korak navoja (p) i prečnik ose putanje kuglica (d_2) kao:

$$\alpha = \arctan(p / \pi d_2).$$

Ugao trenja (ρ) izmedju zavojnog vretena i recirkulacione navrtke može se odrediti pomoću koeficijenta trenja (μ_s), tako da je: $\rho = \arctan \mu_s$.

Brzina pomoćnog kretanja radnog stola mašine (f) izračunava se preko koraka kugličnog vretena (p) i broja okretaja vretena (n_s), tako da je $f = n_s p$. Osnovni uslov na kome bazira proračun, jeste da sila otpora F_{of} ostaje konstantna pri promeni brzine kretanja radnog stola (f), a isto tako ostaje konstantan i obrtni moment (M) pri promeni broja okretaja zavojnog kugličnog vretena (n_s). To znači da je:

$$F_{of} = \text{const} \text{ i } M = \text{const}.$$

Zavojno kuglično vreteno u zavisnosti od koncepcijskog rešenja modula linearnog kretanja i niza drugih tehničkih uslova, može biti ugrađeno na nepokretni deo modula teške CNC mašine alatke sa obostranim ili jednostranim uležištenjem.

Maksimalni broj obrtaja kugličnog vretena (n_{smax}) određuje se iz odnosa maksimalne brzine praznog - brzog hoda radnog stola (f_{ps}), kao polazne funkcionalne karakteristike teške CNC mašine alatke i koraka zavojnog vretena (p):

$$n_{smax} = f_{ps} / p.$$

Minimalni broj obrtaja kugličnog vretena (n_{smin}) određuje se iz odnosa minimalne brzine radnog stola (f_{min}), kao minimalne brzine radnog hoda, kada je alat u zahvatu sa materijalom u procesu rezanja i koraka vretena (p):

$$n_{smin} = f_{min} / p.$$

Sila trenja (F_{μ}) između radnog stola i postolja mašine, koja se javlja u vodjicama mašine alatke je u direktnoj zavisnosti od opterećenja radnog stola, odnosno mase obratka (m_o), tako da je $F_{\mu} = \mu m_o g$, što je posebno značajno kod teških CNC mašina alatki kod kojih je masa obradaka po pravilu izuzetno velika.

Pošto se razmatra indirektni princip povezivanja kugličnog zavojnog vretena i servomotora, mora se pri definisanju momenta motora uzeti u obzir prenosni odnos (i) prenosnika, tako da se mora zadovoljiti uslov:

$$M_M i \geq M.$$

Pri izboru pogonskog sistema linearnog kretanja, mora se proveriti maksimalni moment motora u dinamičkoj oblasti rada (M_{Mmax}). To znači, da treba sve obrtne mase – moment inercije (I_o), sve mase sa linearnim kretanjem – moment inercije (I_l) i masa rotora motora – moment inercije (I_M), od $n_M = 0$ do $n_M = n_{Mmax}$ da se ubrzaju u kratkom vremenskom intervalu, čija se maksimalna vrednost usvaja u slučaju teških CNC mašina alatki da bude 200 ms.

Sasvim je normalno da se kod indirektnog pogonskog sistema moraju sve obrtne mase i mase koje se linearno kreću redukovati na vratilo motora – redukovani moment inercije (I_R), moment inercije motora (I_M), moment inercije kaišnika prenosnika (I_P) ili zupčanika u zavisnosti od vrste prenosnog sistema, i kao takve uzeti u obzir da bi se odredilo vreme ubrzanja. Tako je vreme ubrzanja kod indirektnog tipa pogonskog sistema pomoćnog kretanja:

$$t_u = \pi n_{Mmax} (I_R + I_P + I_M) / 30 M_{Mmax}.$$

Moment inercije (I_{oS}) obrtnih masa kugličnog vretena, dužine (l_s), prečnika (d_s) i gustine (γ), može se izračunati prema izrazu (a odnosi se na dužinu kugličnog vretena između ležajeva):

$$I_{oS} = 1/32 \gamma d_s^4 \pi l_s.$$

U daljem postupku proračuna određuje se moment inercije (I_l) za linearno pokretne mase radnog stola, sa svim elementima koji su postavljeni na radnom stolu mašine (obradak sa steznim priborima). Moment inercije motora (I_M) daje se kao karakteristika za konkretno izabrani tip servomotora, koga definiše proizvođač. Moment inercije obrtnih delova kugličnog vretena (I_{oS}) se određuje tako što se uzimaju u obzir obrtne mase na kugličnom vretenu i mase pogonskih elemenata (remenice ili zupčanici), bilo da se radi o kaišnom ili zupčastom prenosniku. Ukupni moment inercije (I_o) na osi kugličnog zavojnog vretena jednak je zbiru parcijalnih momenata inercije:

$$I_o = I_{oS} + I_{oS} + I_{oRS}.$$

Ovaj ukupni moment inercije (I_o) na osi kugličnog zavojnog vretena, treba da se svede na vratilo servomotora, koristeći prenosni odnos (i) na prenosniku:

$$I_{ro} = I_o (1/ i^2).$$

Takodje, moment inercije linearnih kretanja masa na radnom stolu mora se redukovati na vreteno servomotora, pa je $I_{rl} = I_l (1/ i^2)$.

Zbir svih ovih redukovanih momenata inercije na vratilo servomotora iznosi $I_r = I_{ro} + I_{rl}$. Maksimalni moment servomotora u dinamičkoj oblasti u jednom kratkom vremenskom intervalu od 200 ms za ubrzanje, se učtivostručuje u standardnom proračunu, pa je tada $M_{Mmax} = 4 M_M$.

Prilikom izbora pogonskog sistema linearnog kretanja, mora se ispitati rezonantna frekvenca pogonskog sistema za minimalno dozvoljenu vrednost od 40 Hz, i odrediti ukupna aksijalna elastična konstanta pogonskog sistema. Aksijalna elastična konstanta ležaja vretena (K_L) i recirkulacione navrtke (K_M) se daje u katalogu proizvođača kugličnog zavojnog vretena.

Posle izračunatog momenta na servomotoru (M_M) mora se odrediti maksimalni i minimalni broj obrtaja motora. Maksimalni broj obrtaja servomotora mora biti veći od maksimalog broja obrtaja kugličnog vretena, a to znači da je $n_{Mmax} \geq n_{Smax}$. Minimalni broj obrtaja kugličnog vretena se određuje tako što se maksimalni broj obrta motora podeli sa koeficijentom regulisanja brzine (i_R) i prenosnim odnosom prenosnika:

$$n_{Mmax} \geq i \cdot n_{Smax} \quad i \quad n_{Smin} \geq n_{Mmax} / i \cdot i_R .$$

Odredjivanjem svih ovih parametara, završava se osnovna procedura za dimenzionisanje pogona linearnih kretanja, pa se može odabrati konkretan tip servomotora za pogon iz kataloga nekog od proizvođača.

3. ZAKLJUČAK

Da bi se sproveo kompletan proračun pogona linearnog kretanja teške CNC mašine alatke, neophodno je da su predhodno poznati sledeći parametri vezani za:

- radni sto mašine - ukupna masa (sto, obradak, stezni pribori), koeficijent trenja izmedju stola i postolja mašine, brzina praznog hoda radnog stola, minimalna brzina radnog stola i komponentna sila rezanja,
- zavojno kuglično vreteno - spoljni prečnik, prečnik ose putanje kuglica, korak zavojnice, rastojanje izmedju ležišta, aksijalna konstanta elastičnosti navrtke, konstanta elastičnosti ležaja kugličnog vretena i koeficijent, trenja izmedju vretena i navrtke,
- prenosnik - prečnik rukavca vretena u remenici, dužina vretena od prednjeg čela do ose prednjeg ležišta, spoljni prečnik remenice na kugličnom vretenu, debljina remenice na kugličnom vretenu, spoljni prečnik remenice na vratilu motora, debljina remenice na vratilu motora i prenosni odnos kaišnog prenosnika,
- sistem regulisanja - maksimalni koeficijent regulisanja brzine.

Obzirom na funkcionalne zavisnosti medju karakterističnim veličinama pogonskog sistema linearnog kretanja teških CNC mašina alatki, moguće je razviti i programski sistem za efikasan proračun i optimalan izbor parametara ugradbenih komponenti.

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.

Lj. Lukić, M. Kalajdžić

ENCLOSURE TO CALCULATION OF DRIVE SYSTEM WITH AXIS MOVEMENT AT HEAVY CNC MACHINE TOOLS

Abstract

With heavy CNC machine tools are named machines with great power, long linear moves, large dimensions of working tables, great speeds of main and secondary moves and one intended for machining of capital parts of machine systems and industrial plants. The paper presents one practical approach to calculation and making dimensions for drive systems of axis movement at heavy CNC machine tools, also including considerations about ball screw spiral spindles. Special attention is dedicated to system of indirect drive system when the drive system engine with portable is built because in that case the calculation is more complex. The goal of work is to explicit define initial size which are necessary for making dimensions and calculation to define functional dependences between particular parametres and characteristics of building components.

Key words: CNC machine tools, calculation, making dimensions, drive sistem

Navalušić, S.¹, Zeljković, M.¹, Milojević, Z.¹, Tabaković, S.¹

REKONFIGURACIJA I RETROFITING - TREND U RAZVOJU MAŠINA ALATKI ²

Rezime

U radu se razmatraju neki od trenova razvoja mašina alatki. Ukazuje se na dosadašnje karakteristične faze razvoja mašina alatki koje su, u velikoj meri, doprinele intenzivnom razvoju mašinske industrije u poslednjih pedesetak godina. Posebno se ističe pojava i početni razvojni koraci rekonfigurabilnih tehnoloških sistema i njihovih komponenti - rekonfigurabilnih mašina alatki, koji predstavljaju, po mnogim svetskim autorima, sledeću generaciju tehnoloških sistema. Na kraju se, kao mogući pravac razvoja, posebno kod domaćih proizvođača koji ne mogu pratiti savremene svetske trendove razvoja, govori i o retrofitingu - modifikaciji mašina alatki.

1.0 UVODNE NAPOMENE

Industrija mašina alatki, sa svim pratećim aktivnostima, u svakoj zemlji, u velikoj meri, pokazuje i stepen tehničko - tehnološke razvijenosti te zemlje.

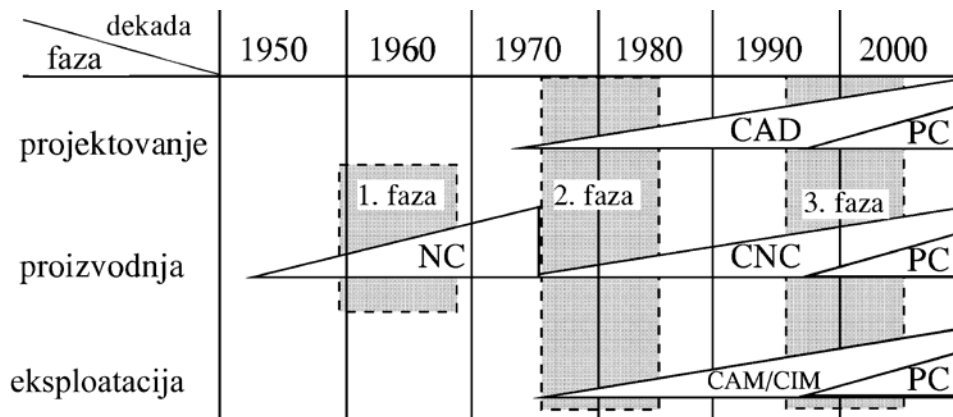
U toku dvadesetog veka do pedesetih godina nije bilo nekih značajnijih skokova u razvoju mašina alatki. Ali uvođenjem NC tehnologije struktura mašina alatki se značajno menja. Nakon toga, može se reći, razvoj mašina alatki se odvijao u tri faze.

Prva faza predstavlja, kako je već napomenuto, uvođenje numeričkog upravljanja u okviru strukture mašine alatke. Potreba za ovakvim mašinama, posebno u avioindustriji, je naglo porasla [1].

Drugu fazu, sredinu sedamdesetih i osamdesetih godina, karakteriše uvođenje mikror računara u numeričko upravljanje. Potreba za ovakvim mašinama alatkama je rasla za 30-40 [%] godišnje u periodu od 1978 do 1984 [1].

Treću fazu karakteriše uvođenje personalnog računara (PC) u funkciju upravljanja. PC se ugrađuje u CNC jedinice. Programske jezike sada zamenjuje grafički korisnički interfejs, a korisničko okruženje je svima dobro znan Windows. U ovom periodu, na pr., broj instalisanih NC/CNC mašina u SAD je porastao preko četiri puta [1].

Na slici 1 shematski je prikazan pregled uticaja raznih upravljačkih tehnologija na osnovne faze "životnog veka" mašine alatke: projektovanje, proizvodnju i eksploataciju u proizvodnom pogonu.



Slika 1 Pregled uticaja upravljačkih tehnologija na faze "životnog veka" mašine alatke

¹ Navalušić dr Slobodan, vanr. prof., Zeljković dr Milan, vanr. prof., Milojević mr Zoran, asistent, Tabaković mr Slobodan, asistent, Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, 21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6

2) Rad je rezultat rada na projektu "Retrofiting familije mašina za brušenje složenih oblika", broj MIS 3.02.3220. B koji finansira Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije

Otvoreno, globalno tržište nametalo je, i stalno nameće, potrebu za promenljivošću proizvoda, što, logično, rezultira i promenljivošću proizvodnih zadataka i ciljeva. Iz tih razloga, sredstva za proizvodnju treba da je su fleksibilna, dozvoljavajući jednostavnu promenu proizvodnih operacija. Sigurno je da se, u principu, zahtevaju različiti nivoi fleksibilnosti. Tako na primer, nivo fleksibilnosti koji je neophodan u fabrici automobila sasvim je različit od onoga koji se zahteva u fabrici elektromotora. Zbog toga je potrebno pronaći odgovarajuće rešenje za različite vrste proizvodnje - proizvođača.

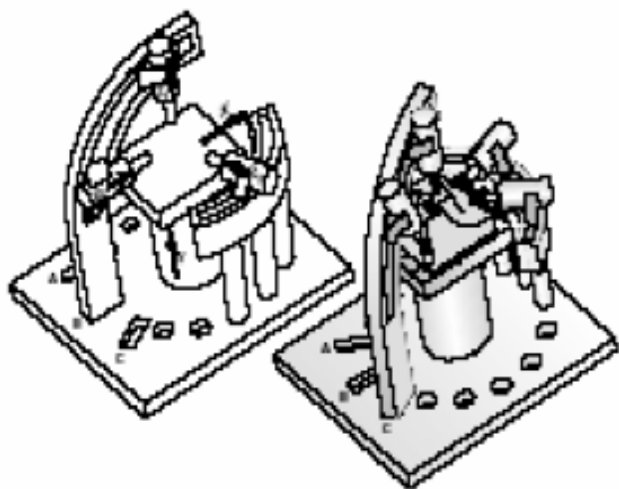
Bez obzira na fazu razvoja mašina alatki, stalno se težilo fleksibilnosti, odnosno stvaranju tehničkih uslova/sredstava za prilagođavanje proizvodnim zahtevima usled promena tržišnih uslova. To je uslovalo razvoj fleksibilnih tehnoloških sistema. Međutim, činjenica je da, ponekad, fleksibilni tehnološki sistemi obezbeđuju "previše" fleksibilnosti [2], koja u određenim uslovima nije neophodna.

Mogući odgovor na ovo pitanje je razvoj novog tipa tehnoloških sistema - rekonfigurabilni tehnološki sistem. Osnovne komponente ovog tehnološkog sistema su rekonfigurabilne mašine alatke, koje relativno brzo mogu da zadovolje promene proizvodnih zahteva [3]. Rekonfigurabilna mašina alatka se komponuje od karakterističnih modula koji su projektovani tako da, u slučaju potrebe za novim - promenjenim proizvodnim zahtevima, mogu biti iskorišćeni u gradnji nove koncepcije mašine.

Jedan od mogućih pravaca razvoja mašina alatki je i retrofiting (modifikacija) mašina i sistema. Jednostavno rečeno ova aktivnost predstavlja podizanje kvaliteta određene funkcije mašine na viši nivo [7]. Najpogodnija funkcija mašine alatke, kod koje je moguće postići značajno poboljšanje, je funkcija upravljanja.

2.0 REKONFIGURABILNE MAŠINE ALATKE

Rekonfigurabilni tehnološki sistemi se razvijaju da zadovolje određeni obim proizvodnih zahteva (i po obimu i povrsti proizvoda). Kao što je već napomenuto, glavne komponente ovih sistema su rekonfigurabilne mašine alatke. One su vrlo konkurentne u pogledu cene, pošto su projektovane – prilagođene za zadati obim proizvodnih zahteva, a, sa druge strane, veoma efikasno (i sa tehničkog, a naročito ekonomskog stanovišta) mogu da se transformišu u cilju zadovoljenja novih zahteva. Kao primer, na slici 2 je prikazano koncepciono



Slika 2 Koncepciono rešenje jedne RMA [2]

rešenje jedne rekonfigurabilne mašine alatke (RMA) [2]. Pošto se veličina i neke od karakteristika radnog predmeta koji se obrađuje menjaju, obradna jedinice jedne mašina alatki treba da se premeste da bi mogle da obave iste operacije na različitim lokacijama ili da se zamene drugim obradnim jedinicama koje će obavljati druge operacije obrade. U cilju optimizacije resursa, obradne jedinice mogu da se dodaju ili oduzimaju. Ovo navodi na zaključak da se kod RMA vrše topološke promene- veličina, tip i broj modula i njihovih međusobnih veza, u pokušaju da se brzo prilagode novim i neočekivanim promenama proizvoda koji treba da se proizvode. U procesu rekonfiguracije novi moduli zamenjuju neke od starih, a takođe se menja i broj stepeni slobode (ose) mašine alatke. Najveći izazov u projektovanju RMA je stvoriti uslove za

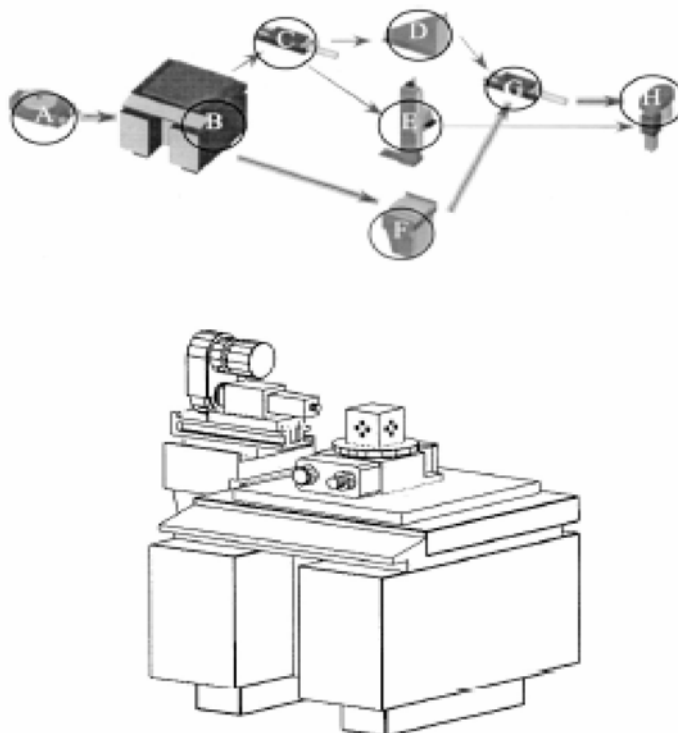
rekonfiguraciju mašine alatke, a da se ne smanji tačnost mašine.

Iz prethodnog se može zaključiti da rekonfigurabilne mašine alatke treba da se projektuju tako, da obezbede različite nivoje rekonfigurabilnosti, a da proces projektovanja mora da počine sa potpunim razumevanjem osnovnih karakteristika (geometrija, obrade, tolerancije, vreme rekonfiguracije i dr.) zadate familije proizvoda. Kada je mašina projektovana za određenu familiju radnih predmeta, rekonfigurabilna mašina nudi prilagodljivu fleksibilnost po nižoj ceni. Ovo je u stvari prava fleksibilnost gde nema "rasipanja" i "viška" fleksibilnosti.

Razvijene su i određene metodologije projektovanja rekonfigurabilnih mašina alatki [2]. Pomenuta metodologija omogućava automatsko zadovoljenje kinematskih zahteva koji su specifikirani u zavisnosti od radnih predmeta koji treba da se proizvode. Sve operacije obrade su predstavljene odgovarajućim matricama

koje sadrže zahteve za neophodnim kretanjima mašine alatke. Funkcionalni zahtevi, vezani za operacije obrade, se koriste za generisanje moguće varijante mašine alatke. Razvijen je i graf koji definiše ukupnu topologiju mašine alatke, a strukturna i kinematska funkcija su pridružene različitim delovima razvijenog grafa. Odgovarajuća baza modula sadrži, takođe, i sve neophodne strukturne i kinematske informacije za svaki modul, kao i informacije o njihovom međusobnom povezivanju.

Jedna od veoma važnih faza u procesu rekonfiguracije je **izbor modula**. U ovoj fazi dostupni moduli se biraju iz odgovarajuće baze modula za svaku od funkcija – strukturnu i kinematsku [3]. U pomenutoj bazi, pored navedenog, treba da se nalaze i indikatori koji pokazuju da li ili ne pojedini modul može da se poveže sa drugim modulima. Postoje različite metode izbora odgovarajućih modula [2] [3] i njihovo komponovanje u celinu – mašinu alatku. Na slici 3 je prikazan primer formiranja konfiguracije - mašine od izabranih modula. Na gornjem delu slike 3 prikazane su moguće konfiguracije, a puna linija (putanja ABFGH) predstavlja mašinu alatku prikazanu na donjem delu slike.



Slika 3 Primer sinteze mašine alatke [3]

Prednosti rekonfigurabilnih mašina su:

- Relativno jednostavna mašina alatka spremna za potrebne operacije obrade
- Mogućnost zadovoljavajuće velike krutosti i dovoljna tačnost zbog jednostavne mehaničke strukture
- Mogućnost promene operacija obrade za relativno kratko vreme i po relativno niskoj ceni

Nedostatak rekonfigurabilnih mašina je činjenica da rekonfiguracija može da traje nekoliko dana i da treba da je izvrši stručni tim. U principu rekonfiguraciju bi trebalo da izvrši proizvođač mašine alatke.

Iz svega ovoga se može zaključiti da su rekonfigurabilne mašine pogodne za serijsku proizvodnju sa određenom fleksibilnošću u promeni proizvodnih zadataka.

3.0 RETROFITOVANE MAŠINE ALATKE

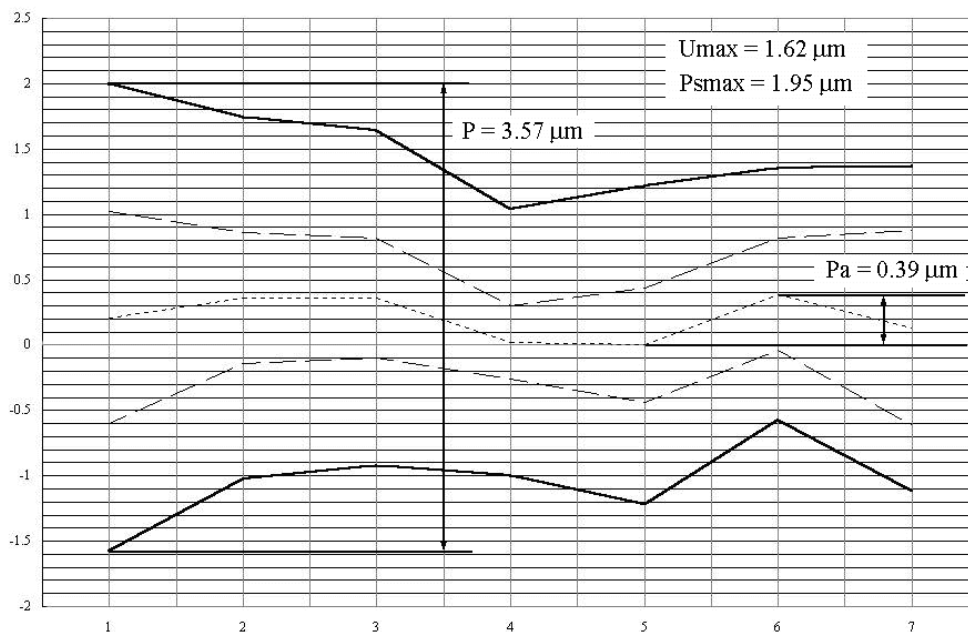
Trend i nivo razvoja mašina alatki je usko povezan sa razvojem njihovih osnovnih komponenti: noseće strukture, vođica i ležišta, pogona i upravljanja. Najznačajniji napredak se dogodio u području upravljanja. Od konvencionalnog procesa gde je radnik morao da obavlja sve operacije i da bude stalno prisutan kod mašine do potpuno automatizovanog procesa gde radnik može biti i odsutan.

Arhitektura novih generacija upravljačkih sistema, kod vodećih svetskih proizvođača, bazira na PC platformi i Windows operativnom sistemu, što uslovljava egzistenciju upravljačkih jedinica otvorene arhitekture. Ovakav razvoj upravljačkih jedinica, između ostalog, je omogućio i novi pravac u primeni upravljačkih jedinica kod modernizacije mašina alatki - retrofitinga. Retrofiting, u principu, predstavlja

značajno poboljšanje kvaliteta neke od funkcija na postojećoj mašini alatki i pogodan je za manje proizvođače, koji nisu u stanju da prate savremene trendove razvoja. Tako na primer, prema [5] SIEMENS je do sada realizovao preko 1500 retrofitovanih mašina alatki. Osnovne karakteristike retrofitinga su: ušteda u ceni oko 50% u poredjenju sa novom mašinom istih performansi, kratko vreme isporuke i period retrofitinga (nekoliko meseci) kao i mogućnost ispunjenja posebnih zahteva kupca, odnosno mogućnost korišćenja postojećih alata i pribora na retrofitovanoj mašini što znatno pojeftinjuje proizvodnju. Na osnovu analize strukture retrofitovanih mašina alatki može se konstatovati znatno učešće strugova (oko 27 [%]), obradnih centara i NU glodalica (približno 21 [%]), brusilica (11 [%]). Sve ostale mašine i linije za obradu čine preostalih 40 [%].

Prema ovim podacima, grubo govoreći, procenat retrofitovanih mašina odgovara procentu učešća pojedinih vrsta mašina alatki u ukupnoj proizvodnji istih.

Imajući prethodno u vidu u saradnji sa domaćim proizvođačem mašina alatki pristupilo se razvoju retrofitivanih mašina alatki [7], [5], [6]. Polazeći od postavljenog cilja istraživanja i postojeće mehaničke strukture jedne brusilice razvijena je u prvoj fazi specijalna brusilica za brušenje uzdučnih žljebova na provlakačima za unutrašnje provlačenje . Da bi se mogao ostvariti postavljeni tehnološki zadatak potrebno je koncipirati mašinu alatku sa četiri numerički upravljane ose, tri translatorna kretanja i obrtno kretanje oko "X" ose –A osa. Obzirom na potrebnu tačnost proizvoda koji će se proizvoditi na projektovanoj mašini alatki postojeći sistem vođenja sa kliznim vodjicama u prvcu dve ose (Y, Z) je zamenjen kotrljajnim, dok je u pravcu X-ose ostao klizni jer se u tom pravcu ne zahteva posebna tačnost. Pogonski motori za pojedine ose su zamenjeni. Umesto hidrauličnog pogonskog sistema, ugrađeni su pogonski motori jednosmerne struje sa regulacijom. Isto je učinjeno i sa pogonom za glavno kretanje. Uležištenje glavnog vretena je izvedeno na bazi kugličnih ležaja sa kosim dodirom sa "Tandem-O " načinom ugradnje u prednjem osloncu i "O " načinom ugradnje u zadnjem osloncu. Profliisanje tocila prema veličini i tipu profila plovlakača vrši se pomoću tri fiksna dijamantska oštrača. Za upravljanje mašinom odabrana je upravljačka jedinica SINUMERIK 840 D otvorene arhitekture. Za što tačnije definisanje profila tocila pri profilisanju i oštrenju razvijeno je programsko rešenje koje omogućava aproksimaciju profila kružnim lukovima pri čemu se može uticati na željenu tačnost profila. Mašina je ispitana posebno sa stanovišta tačnosti pozicioniranja u pravcu sve četiri ose. Nakon ispitivanja izvršene su određene konstrukcione korekcije za dve ose , dok je za sve četiri ose izvršena korekcija u upravljačkoj jedinici u cilju neutralisanja greške promene smera kao i korekcija odstupanja pravca srednje vrednosti tačnosti pozicioniranja. Ilustracija ovih rezultata za jednu osu je data na slici 4, dok je na slici 5 prikazan detalj merenja tačnosti pozicioniranja. Na osnovu rezultata prikazanih na prethodnoj slici može se zaključiti da je odstupanje srednjih vrednosti tačnosti pozicioniranja ispod 1 [μm], dok su odstupanja srednjih vrednosti dvosmernog pozicioniranja kao mera slučajnog karaktera nešto veća, oko 2 [μm], što je rezultiralo maksimalnom netašnošću pozicioniranja 3,6 [μm].



Slika 4. Prikaz rezultata ispitivanja „Z” ose nakon unošenja korekcije u upravljačku jedinicu



Slika 5. Primer merenja tačnosti pozicioniranja u pravcu "Z" ose

U cilju stvaranja preduslova za plasman na međunarodno tržište, na ovaj način, projektovanih i razvijenih mašina, izvršena je provera usklađenosti sa zahtevima Direktive za mašine 98/37 EU. Formirana je lista opasnosti koje stvara data mašina i izvršena procena rizika. Sagledavajući rizik od mehaničkih opasnosti miže se konstatovati da se procenjeni rizik nalazi u granicama od 0,1 do 30 [%] , usled električnih iznosi 0,1 [%], a ostalih do 2,5 [%]. Rešavanje problema mehaničkih opasnosti je u slučaju najvećeg rizika uradjeno je konstruktivnim metodama i zaštitnom opremom. Pored toga izvršeno je vrednovanje "Uputstva za upotrebu, bezbedan rad i održavanje " na osnovu ocenjivanja popunjavanjem formiranog upitnika kroz odgovor na pedesetak pitanja. Konstatovano je da dato "Uputstvo" ne zadovoljava u potpunosti zahteve Direktive, te da isto treba korigovati.

4.0 ZAKLJUČAK

U radu su, na osnovu dostupnih literaturnih informacija data određena razmatranja o rekonfiguraciji i retrofitingu kao trendovima razvoja mašina alatki.

Rekonfigurabilne mašine alatke predstavljaju tehnološko rešenje od koga se mnogo očekuje u budućem razvoju obradnih sistema. Razlog za to je što se one projektuju tako da mogu da obezbede rešenje koje se može prilagoditi tekućim proizvodnim zahtevima, a sa druge strane, mogu se efikasno, i sa tehnološkog i ekonomskog stanovišta, transformisati u novo rešenje ukoliko se proizvodni zahtevi promene.

Naredna istraživanja u ovoj oblasti treba da obezbede bržu i precizniju konverziju karakterističnih modula u novo, zahtevano rešenje.

Retrofitting, takođe, predstavlja trend u razvoju mašina alatki, pošto se na relativno jednostavan i jeftin način, od već postojeće mašine alatke, može dobiti rešenje kod koga je jedna, ili više, funkcija dobila značajniji kvalitet. U radu se prikazani neki od postignutih rezultata u razvoju retrofitvanih mašina u domaćim uslovima, i ukazano da to predstavlja jedan od mogućih pravaca razvoja domaće industrije mašina alatki.

Interesantno je pomenuti da se u literaturi [4] pojavio termin "Reshufflable - samorekonstrukcija" mašine alatke, koji podrazumeva rekonfiguraciju mašine, ali od strane samog korisnika. Primer je obradni centar sa obrtnim stolom (koji se može demontirati) sa 4 numerički upravljane ose. Korisnik može demontirati sto i dobiti veći radni prostor mašine, ali sa manje numerički upravljanih osa – samo 3 ose. Ovakav prilaz rekonstrukciji se javlja kod teških mašina alatki. Međutim, veliko je pitanje do kog nivoa rekonstrukcije, ovakvog tipa, je moguće ići?

5.LITERATURA

- [1] Heinrich, A. : The recent history of machine tool industry and the effects of technological change, LMU 2001-14, University of Munich, Institute for Innovation Research and Technology Management, Munich, 2001, pp 1-58.
- [2] Landers, R. G., Min B.K, Koren, Y.: Reconfigurable Machine Tools, Annals of the CIRP, 2001, Vol. 50/1, pp 269-274.
- [3] Yong, M.M, Sridhar, K.: Design of Reconfigurable Machine Tools, Journal of Manufacturing Science and Engineering, 2002, Vol. 124, pp 480-483.
- [4] Szafarczyk, M.: Are we Ready for Reshufflable Machine Tools, CIRP GA, Montreal, 2003.
- [5] Zeljković, M., Zeljković, Ž, Navalušić, S., Milojević, Z.: Software Solution Development for the Grinding Wheel Profiling, Cycle on the CNC Grinding Machine , Machine Engineering, Vol. 4, No. 1-2, Wroclaw, 2004, pp 254-262.
- [6] Zeljković, M., Andrić, J., Milojević, Z., Navalušić, S., Mihić, N.: Retrofitting brusilica na primeru CNC brusilice za specijalne namene, 29 JUPITER konferencija, Beograd, 2003., 3.142 - 3.145.
- [7] Zeljković, M., i dr. : Retrofitting familije mašina za brušenje složenih oblika , istraživački projekat br. MIS, 3.02.3220.B, Ministarstvo za nauku , tehnologiju i razvoj Republike Srbije, elaborat istraživanja, FTN, Novi Sad, 2002-2003. god.
- [8] Kosmol, J., Niedbala, M., Ratynski, M.: Reconfigurable Machine Tools and Manufacturing Systems, Proceedings of the 13th International DAAAM Symposium, Vienna, Austria, 2002, pp 279-280.
- [9] Bućan, M., Kvirgić, V.: Savremeni trendovi u razvoju alatnih mašina, 29. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Beograd, 2002., pp 13 - 21.

RECONFIGURATION AND RETROFITTING - TREND IN THE MACHINE TOOLS DEVELOPMENT

Summary

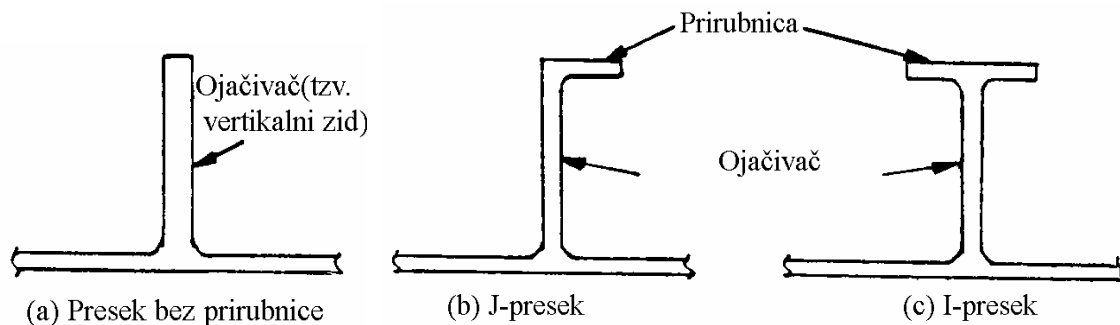
In the paper development trends of the machine tools are considered. Previous characteristic development phases are pointed out. These phases, to a great extent, contributed to intensive development of the machinery industry in recent fifty years. Especially, is emphasized., appearance and beginning development steps of the reconfigurable manufacturing systems and their components - reconfigurable machine tools, which present, it is opinion of the leading world experts, the next generation of the manufacturing equipment. At the end, as an possible development trend, especially for manufactures who are not be able to follow up-to-date world development trends, retrofitting - modification of the machine tools is mentioned.

I.Krivošić,D.Škataric*

OPTIMIZACIJA INTEGRALNOG PANELA NOSEĆE STRUKTURE LETELICA**

Visok zahtevi po pitanju performansi modernih letelica, kao i razvoj novih tehnologija i materijala omogućio je proizvodnju i primenu integralnih vazduhoplovnih konstrukcija velikih dimenzija koje su izrađene mašinskom obradom ili istiskivanjem. Na letelici, gde je težina uvek kritični problem, integralno ojačani preseći strukture kao što je prikazano na slici 1 pokazali su se posebno efikasni kao konstrukcija male težine, a velike jačine. Sastavljena od oplata i uzdužnika formiranih od istog dela, ovi jednodelni preseći panela mogu biti proizvedeni pomoću nekoliko različitih tehnika. Veličina i uslovi opterećenja su uglavnom značajni zahtevi pri selektovanju najizvodljivijeg procesa.

Sa tačke gledišta cena, obično je bolje da se integralno ojačane strukture izvlače nego da se sirove ploče obrađuju mašinskom putem na istu veličinu. Minimalna debljina dobijena izvlačenjem je oko 2 mm i često, kada su opterećenja mala, potrebna je određena dodatna obrada za stvaranje efikasnog projekta. U nekim od ovih slučajeva, mašinska obrada je ekonomičnija. Dalje, pod manjim opterećenjima može biti dovoljan deo obrađen samo sa vertikalnim zidom kao što je prikazano na slici 1a. U stvari, ograničenja za minimalnu debljinu mogu sprečiti efektivno korišćenje ovih metoda za slabo opterećene panele..

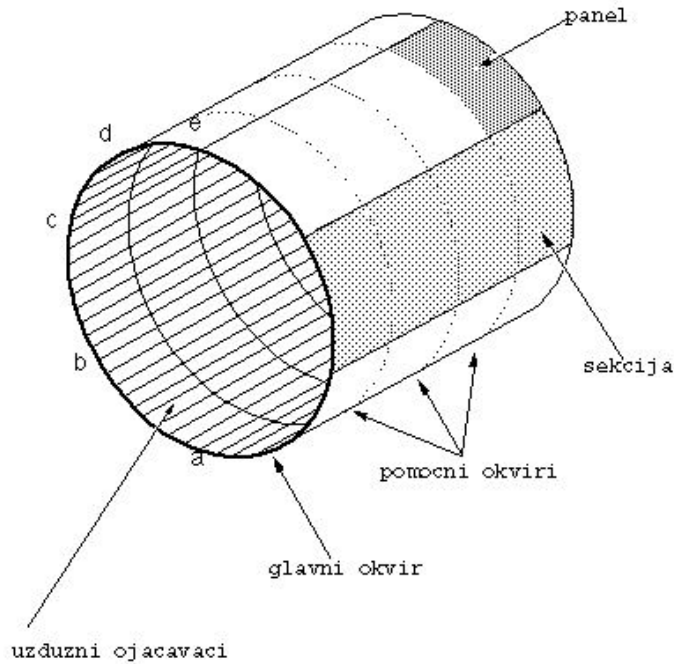


Slika 1 Tri aktuelna preseka integralno ojačanih panela

Presek (a) je najjednostavniji i najjeftiniji za izradu, dok presekom (c) postiže najveću krutost. U ovom radu je izvršena optimizacija integralne noseće strukture koja je izrađena u kombinaciji ova dva preseka. Smisao ove studije je upoređivanje strukturne efikasnosti ponuđenih koncepata ojačanog panela koji mogu biti upotrebljeni za rezervoare goriva letelica za višekratnu upotrebu koje se lansiraju, sl. 2. Valjak je sastavljen iz 8 obodnih sekcija koje su definisane kao sektori oboda valjka rezervoara. Kontinualni, integralni ojačavači su prekinuti kao i svaka sekcija koja je mašinski obrađena iz materijala ploče. Valjak na ima glavne okvire koji su locirani na krajevima, dok su tri pomoćna okvira ravnomerno raspoređena duž valjka, radi smanjenja efektivne dužine stuba ojačavača i za obezbeđivanje stabilnosti. Oblast između okvira u sekciji je definisana kao panel. Svaka sekcija valjka sastoji se iz četiri panela.

* Profesori Mašinskog fakulteta u Beogradu

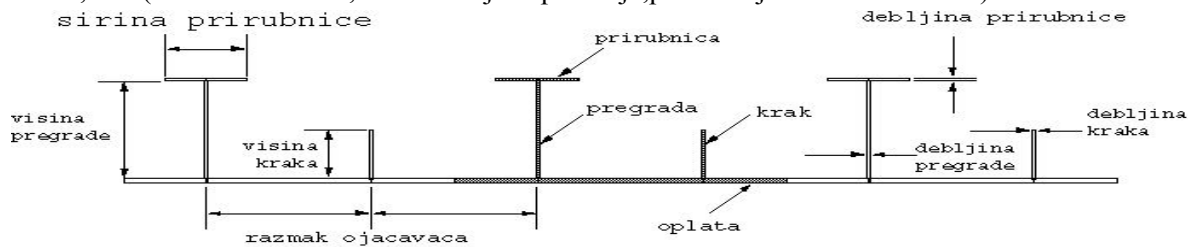
** Studija je rađena u okviru projekta 0223 Ministarstva za nauku i ekologiju



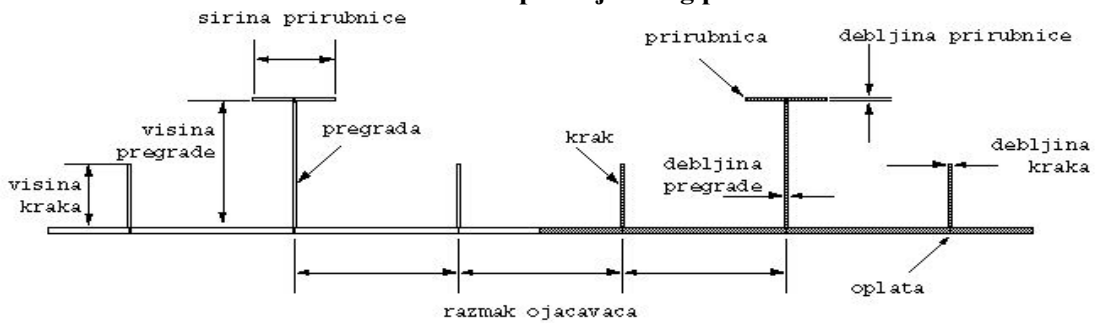
Sl.2. Karakterističan valjak rezervoara za gorivo letelice

. Koncepti ojačanog panela koji su ovde upoređeni su:

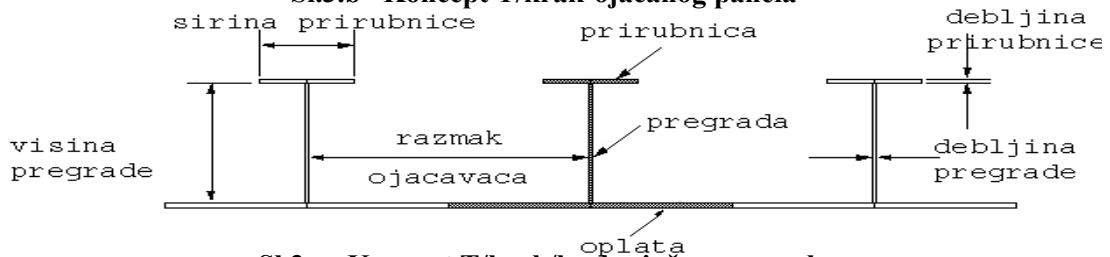
- panel sa ravnomerno raspoređenim T- ojačavačima sl.3a
- panel sa pojedinačnim krakom ojačavača koji je postavljen između svakog para T- ojačavača, sl.3b
- panel sa dva identična kraka ojačavača koji su ravnomerno razmešteni između svakog para T- ojačavača, sl.3c (Na svim slikama, element koji se ponavlja, prikazan je kao osenčen deo)



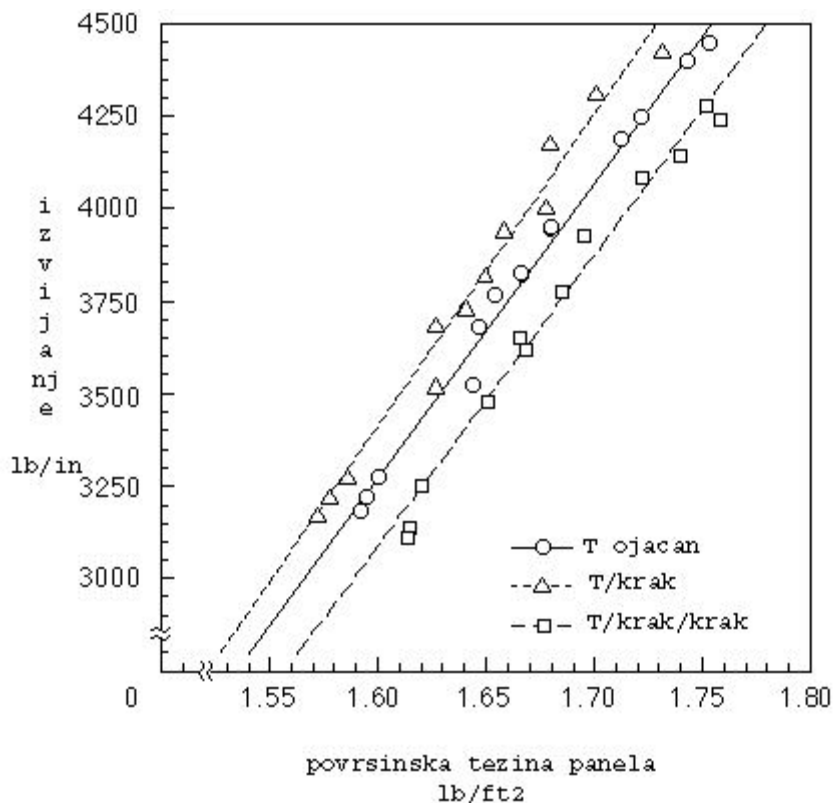
Sl.3.a Koncept T-ojačanog panela



Sl.3.b Koncept T/krak-ojačanog panela



Sl.3.c Koncept T/krak/krak-ojačanog panela



Sl.4. Izvijanje panela u zavisnosti od površinske težine za optimalne konstrukcije ojačanih panela

Opterećenje rezervoara su proračunata za slučaj leta pri penjanju, aksijalna sila i moment savijanja variraju duž rezervoara tokom leta. Stoga su ekvivalentna opterećenja na pritisak različita za svaki valjak rezervoara. Aksijalne sile su razložene u ekvivalentnu mrežu opterećenja deljenjem aksijalne sile po obimu rezervoara. Momenti savijanja duž rezervoara takođe su razloženi u ekvivalentnu mrežu opterećenja, koja varira obimski oko valjka. Aksijalna opterećenja su tada dodata na opterećenja savijanjem za određivanje rezultujućeg opterećenja na pritisak. Promenljive u projektovanju za koncepte ojačanog panela su širina i debljina T i I kraka- ojačavača i raspored ojačavača. Analize konceptata ojačanog panela izvršene su za svako od dvanaest opterećenja. Ove analize su obavljene da bi se obezbedila procena osetljivosti težine panela na promene dužine panela i debljine oplata.

Za svako od dvanaest slučajeva opterećenja, T/ krak ojačan panel ima najmanju površinsku težinu od tri ponuđena koncepta panela. U gotovo svakom slučaju, T- ojačan panel ima sledeću manju površinsku težinu, a T/krak / krak- ojačan panel ima najveću površinsku težinu, što se može videti na slici 4. Indeks težine panela definisan je kao težina panela podeljena proizvodom površine horizontalne projekcije panela i dužine. Indeks težine panela pomnožen dužinom panela je površinska težina panela (težina po jedinici površine). Za procenjene koncepte panela prilagođen rezervoar koji sadrži T/krak – ojačane panele ima najmanju ukupnu težinu. T-ojačan panel pokazuje da su najveće uštede težine od 3,6% za prilagođen pristup u odnosu na nepromenljiv pristup. Prosečna ušteda težine od 3,4% je predviđena za rezervoare ako je upotrebljen prilagođen pristup. Prema tome, značajne uštede težine još mogu biti postignute sa promenljivim konstrukcijama panela oko obima valjka.

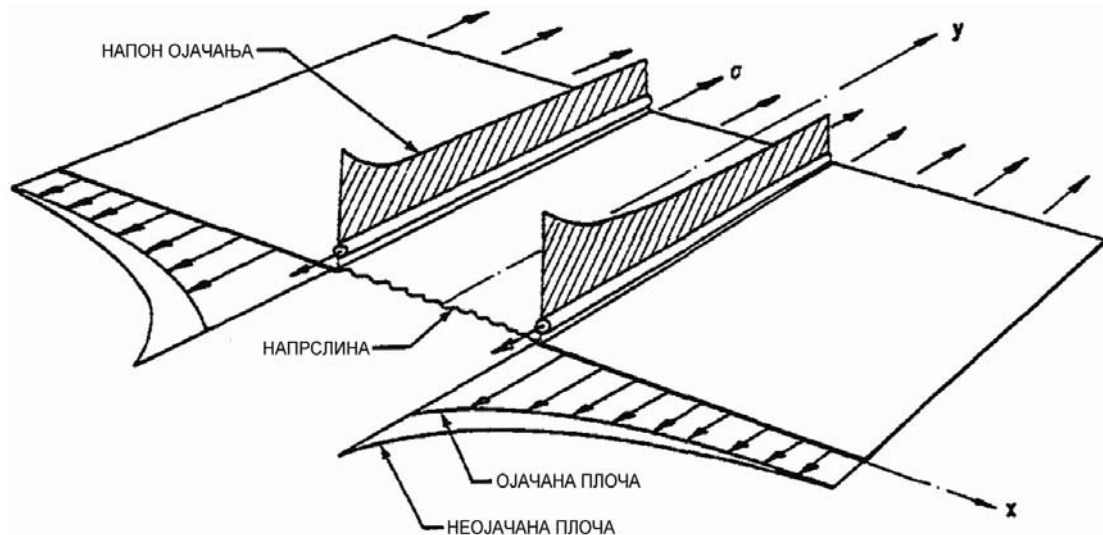
Literatura:

1. Forming Technology Assessment for Integral Airframe Structures (IAS) , Decenber 12.1996.
2. Arcella, F.G. and Froes, F.H., "Production of Titanium Aerospace Components from Powder Using Laser Forming," Accepted for publication in the Journal of Metals, May 2000.
3. Affordable Design and Manufacturing (ADAM) for Commercial Transport Aircraft and Engines, May 1996.

Д.Шкатарић,И.Кривошић*

РАСПОДЕЛА НАПОНА У ОКОЛИНИ НАПРСЛЕ ПЛОЧЕ**

Структура авиона је изузетно сложена. Сваки део авиона је састављен из низа елемената, у те елементе се убрајају оплата, различити типови ојачања и низ система за причвршћивање. На сваком од ових елемената структуре се могу јавити различита оштећења. Најраспрострањенија оштећења су различите напрслине које се могу јавити услед преоптерећености конструкције. Уколико се на ова настала оштећења не реагује адекватно, може доћи до потпуног отказа летелице. Ако до овог отказа дође у току експлоатације летелице, последице могу бити катастрофалне. Овим радом биће обухваћена и анализа напонског стања врха напрслине како за неојачане, тако и за ојачане плоче. Односно, биће разматран утицај ојачања на коефицијент интензитета напона. Такође, ће бити разматран и утицај елемената за причвршћивање на коефицијент интензитета напона.



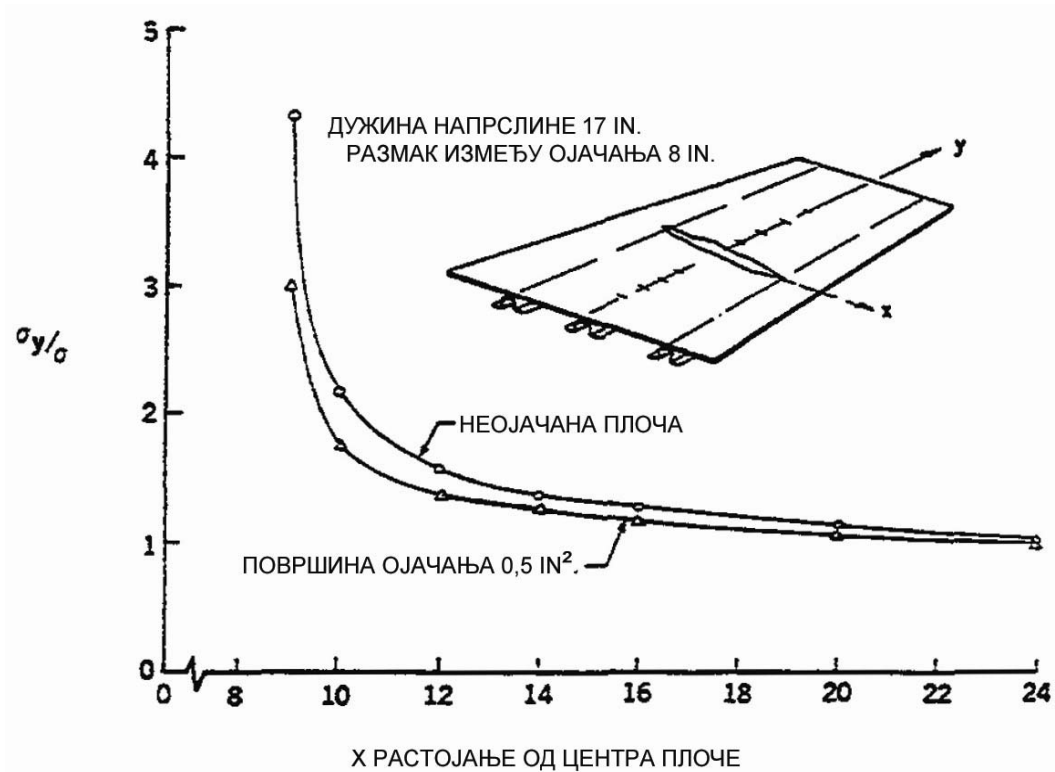
слика 1

На слици 1 је дат случај дела ваздухопловне конструкције са напрслином на оплати између ојачивача.

Заостали напони компонената локализованих напрслина зависе од фактора интензитета напона на врху напрслине, K . У неојачаним плочама K се повећава када дужина напрслине расте при константном дејству напона. У овом случају, достизање критичне дужине напрслине, довешће до трајног оштећења, односно, резултираће потпуним отказом плоче. Пажљивим пројектовањем ојачавајућих елемената, као што су оквири са обимним подметачима за заустављање напрслине, може се обезбедити ефикасна удвојена путања оптерећења, тако да се оштећење ограничава на локалну површину. У случају ојачаних плоча, ово поље напона је редуковано, тако што је велики део оптерећења прерасподељен на ојачавајуће елементе. Ово је илустровано дијаграмом на слици 1. Површински напон испред врха напрслине ће бити мањи уз присуство ојачања, али после прерасподеле оптерећење на ојачавајуће елементе, оптерећење у ојачањима расте.

* Професори на Машинском факултету у Београду

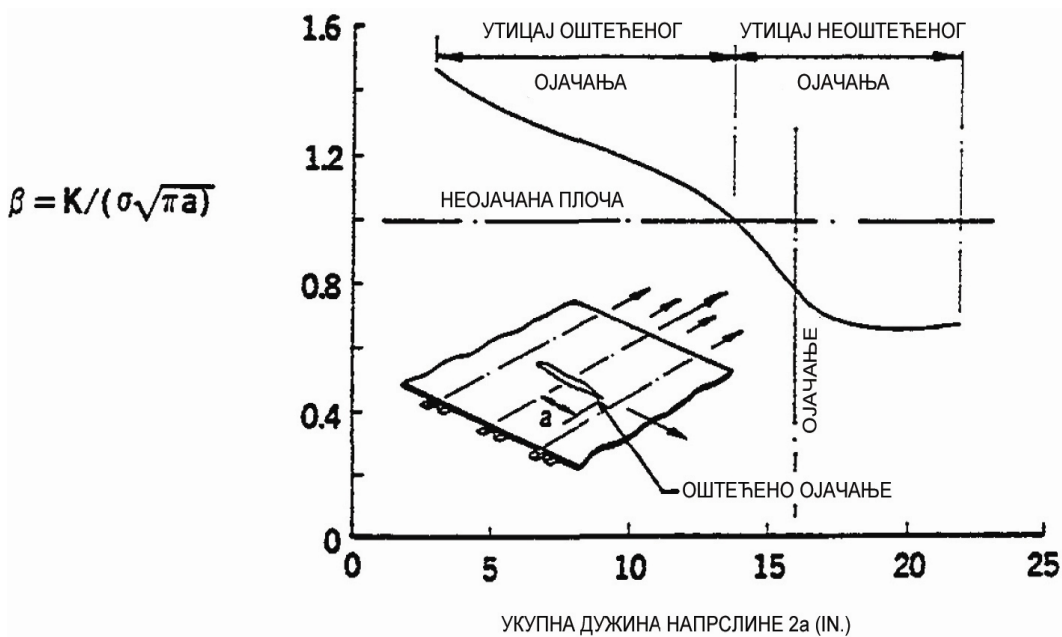
** Рад је написан у оквиру пројекта 0223,(Технолошки развој)



Слика 2

Слика 2. приказује стварну расподелу напона у оплати σ_y испред врха напрслине у случају ојачане и неојачане плоче које садрже напрслину дугу 20 цм. Фактор интензитета напона може се представити следећим изразом:

$$K = \sigma \cdot \sqrt{\pi \cdot a} \cdot \beta$$



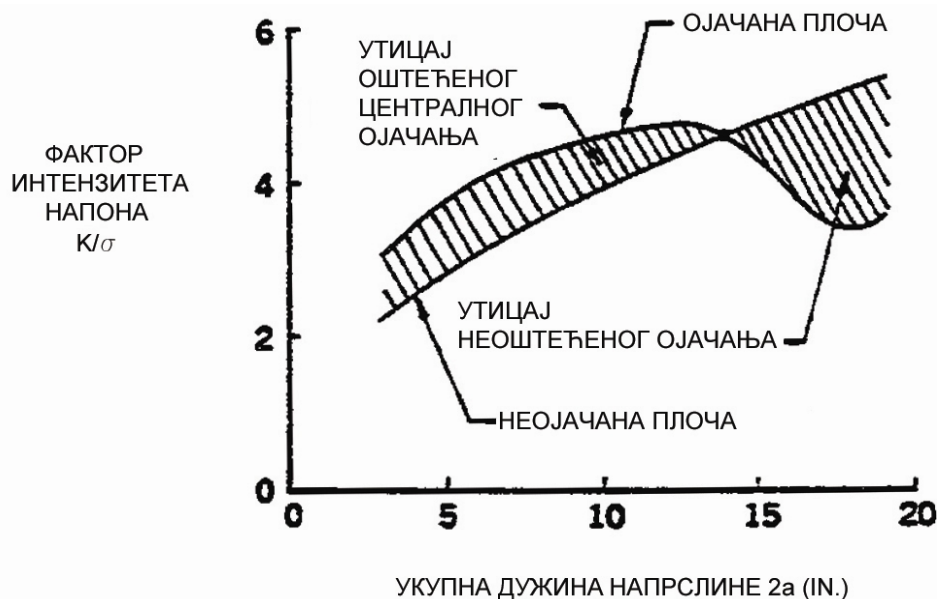
Слика 3

Где су чланом β обухваћени геометријски утицаји. У случају ојачане плоче члан β зависи од дужине напрслине, a обухвата и следеће геометријске утицаје:

- Растојање ојачања
- Особина пресека ојачања – површине, инерције, положаја тежишних оса

- Еластичне, односно пластичне особине материјала ојачања
- Померање причвршћивача, било линеарно или нелинеарно
- Дебљину оплате, моду еластичности и Поасонов коефицијент.

Вредност b може бити мања од јединице када је врх напрслине у близини неоштећеног ојачања или већа од јединице ако је ојачање преломљено. На слици 4. показана је зависност коефицијента b у функцији од дужине напрслине за ојачану плочу са већ наведеним карактеристикама. Може се видети, да када је врх напрслине у близини преломљеног ојачања, да је вредност b , а према томе и вредност фактора интензитета напона висока. До овога долази услед прерасподеле оптерећења унутар површине напрслине. Ситуација је лакша када се напрслина приближава другом, неоштећеном ојачању.



Слика 4

Утицај ојачања на пораст или смањење фактора интензитета напона, K , у случају и оштећеног и неоштећеног ојачања, приказан је на слици 4, где је:

$$\frac{K}{\sigma} = \sqrt{\pi \cdot a} \cdot \beta$$

У случају неојачане бесконачне плоче вредност b је наравно 1.0. Може се видети да је у близини преломљеног ојачања, фактор интензитета напона већи него за неојачану плочу. До овога долази услед великог преноса оптерећења са оштећеног ојачања. Ако се врх напрслине приближава неоштећеном ојачању, фактор интензитета напона се смањује испод очекиване вредности за преломљено ојачање. Ово се дешава због преноса оптерећења са напрсле оплате на неоштећено ојачање.

Литература:

1. Materials Science and Engineering University of New South Wales, Commonwealth of Australia 2001.
2. Safety Factor-Anderson Dale, Louisiana Tech University 2001.
3. Aerospace materials-Norman Barrington and malcom Black, 2001.
4. Tom swift:Damage tolerance tehnology/stress analysis oriented frscture mechanics, EADS Airbus GmbH



D. Milutinović¹

KONCEPCIJSKO PROJEKTOVANJE ROBOTIZOVANIH ČELIJA ZA ELEKTROLUČNO ZAVARIVANJE

Rezime

Robotizovano elektrolučno zavarivanje je sofisticirana tehnologija pa je njena implementacija u industriji veoma težak problem kako za inženjere tako i za menadžment. U cilju prevazilaženja postojećih nedostataka u složenim procesima projektovanja i implementacije robotizovanih čelija u elektrolučnom zavarivanju, u radu je prikazana metodologija njihovog konceptijskog projektovanja kao neophodnog preduslova za detaljno projektovanje, gradnju i instalisanje ovih sistema. Metodologija je zasnovana na analizi i modeliranju realnih predmeta i procesa zavarivanja i na korišćenju savremenih softverskih sistema za modeliranje i simulaciju robotizovanih čelija.

Ključne reči: robotizovanje čelije, elektrolučno zavarivanje, konceptijsko projektovanje.

1. UVOD

Robotizovano elektrolučno zavarivanje je danas tehnologija koja kombinuje fleksibilnost i produktivnost sa kvalitetom proizvoda i racionalizacijom procesa. U poslednje vreme su postignuti značajni rezultati u razvoju robota, zavarivačke opreme za njih, senzora i softvera za programiranje i simulaciju u cilju odgovora na stalne izazove u ovoj oblasti primene [1]. Implementacija robotizovanog elektrolučnog zavarivanja (obično MIG/MAG i TIG postupci) u industriji je veoma težak problem kako za inženjere tako i za menadžment.

Koncipiranje i razvoj robotizovanih čelija, u opšte, ne zahteva samo nova znanja, ideje i iskustvo u ovoj oblasti već i sposobnost da se ta znanja transformišu u metodološku proceduru. Problem projektovanja robotizovanih čelija, u opšte, je razmatran u [2] i [4]. Međutim, postavljene opšte aktivnosti procesa projektovanja nisu sistematizovane kao metodologija za projektovanje i organizaciju čelija sa robotom. S obzirom na sve širu oblast primene, kako u manipulacionim tako i procesnim, kombinovanim i specijalnim zadacima, problem nedostatka opštih ili specifičnih metoda projektovanja robotizovanih čelija (za pojedine oblasti primene robota) postaje sve značajniji.

U cilju uspešnijeg rešavanja problema projektovanja i implementacije robotizovanih čelija, predložen je novi pristup [3]. Osnova predloženog pristupa je metodologija konceptijskog projektovanja robotizovanih čelija kao neophodni preduslov za detaljno projektovanje, gradnju i instalisanje ovih sistema.

Predložena metodologija konceptijskog projektovanja robotizovanih čelija za elektrolučno zavarivanje, koja se ukratko prikazuje u ovom radu, je zasnovana na analizi i modeliranju radnih predmeta i procesa zavarivanja i na korišćenju sofisticiranih softverskih sistema za simulaciju i modeliranje robotizovanih čelija. Kao osnova za implementaciju razvijene metodologije je softverski paket WORKSPACE² koji je instalisan u laboratoriji za industrijske robote i veštačku inteligenciju, Centra za nove tehnologije Mašinskog fakulteta u Beogradu.

¹ Prof. Dr Dragan Milutinović, Mašinski fakultet Beograd, 27.marta 80, 11000 Beograd, e-mail: dmilutinovic@mas.bg.ac.yu

² WORKSPACE5, PC based robotic software, Flow software Technologies, Canada, nabavljen sredstvima MNTR u okviru projekta Troosne paralelne mašine, MIS.3.02.0101.B

2. ULOGA I ZNAČAJ METODOLOGIJE KONCEPCIJSKOG PROJEKTOVANJA ROBOTIZOVANIH ČELIJA ZA ELEKTROLUČNO ZAVARIVANJE

Investiranje u automatizaciju procesa elektrolučnog zavarivanja je opravdano ako se, zavisno od ciljeva, ispunjava jedan ili više od sledećih zahteva:

- veća produktivnost,
- niži proizvodni troškovi,
- viši i konstantan nivo kvaliteta proizvoda,
- bolje upravljanje proizvodnjom,
- bolji odgovor na zahteve kupca,
- visoka fleksibilnost, i
- humanizacija rada itd.

Robotizovane ćelije za elektrolučno zavarivanje su značajna investicija pa se u procesu projektovanja mora pažljivo razmotriti veliki broj zahteva koji su često oprečni. Kako je naglašeno u [2] i [4] projektovanje robotizovanih ćelija, u opšte, obuhvata:

- projektovanje fizičkog layout-a ćelije,
- upravljanje svim komponentama ćelije,
- predviđanje i evaluaciju performansi,
- tehno-ekonomsku analizu,
- realizaciju i instalisanje,
- bezbednost,
- obuku, i
- održavanje.

Kao što je rečeno, ove aktivnosti nisu sistematizovane u metodološku proceduru pa je uspešno projektovanje i implementacija vrlo ozbiljan problem i za menadžment i za inženjere. U cilju rešavanja ovog problema u [3] je postavljena opšta metodologija projektovanja robotizovanih ćelija. Metodologija ima opštu strukturu odnosno može poslužiti za projektovanje robotizovanih ćelija u različitim oblastima primene. Prikaz postavljene metodologije za projektovanje robotizovanih ćelija je dat na Slici 1.

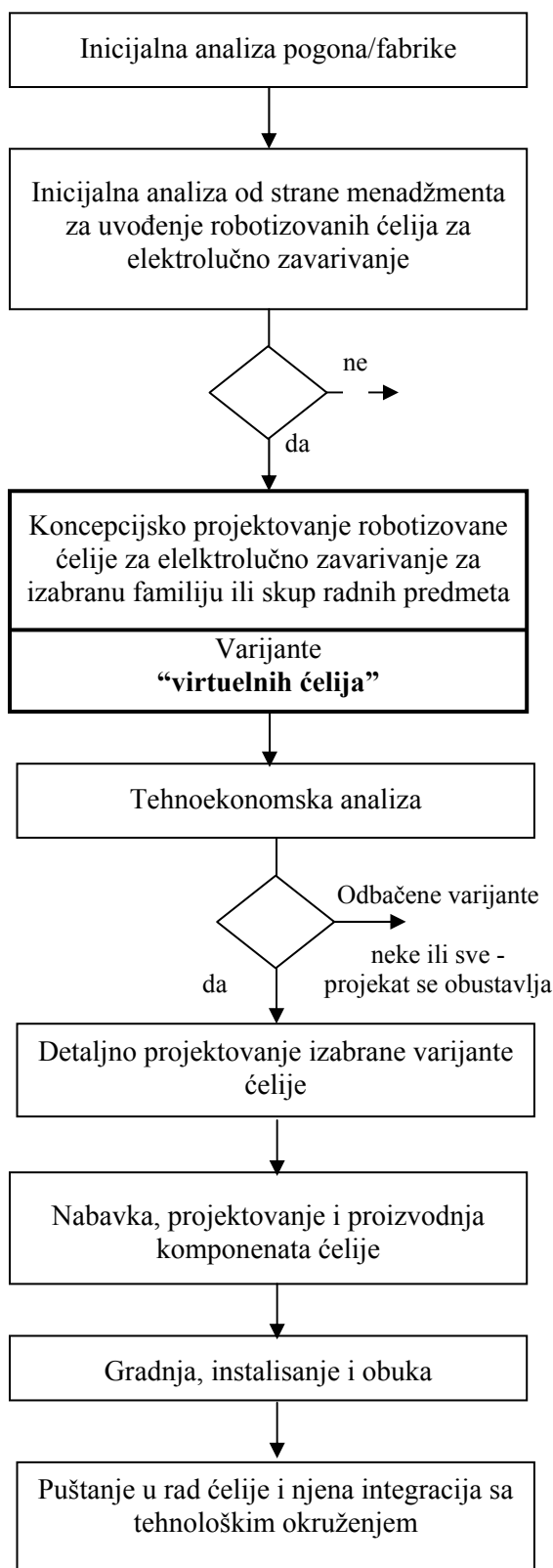
Kao što se vidi, osnova pristupa je metodologija konceptijskog projektovanja zasnovana na savremenim informacionim i komunikacionim tehnologijama. Efikasnim projektovanjem većeg broja varijanti "virtuelnih ćelija", koje postoje samo u računaru, se omogućava:

- izbegavanje rizika u donošenju odluka menadžmenta,
- ušteda u vremenu i novcu, i
- efikasno detaljno projektovanje, gradnja i instalisanje usvojene varijante ćelije.

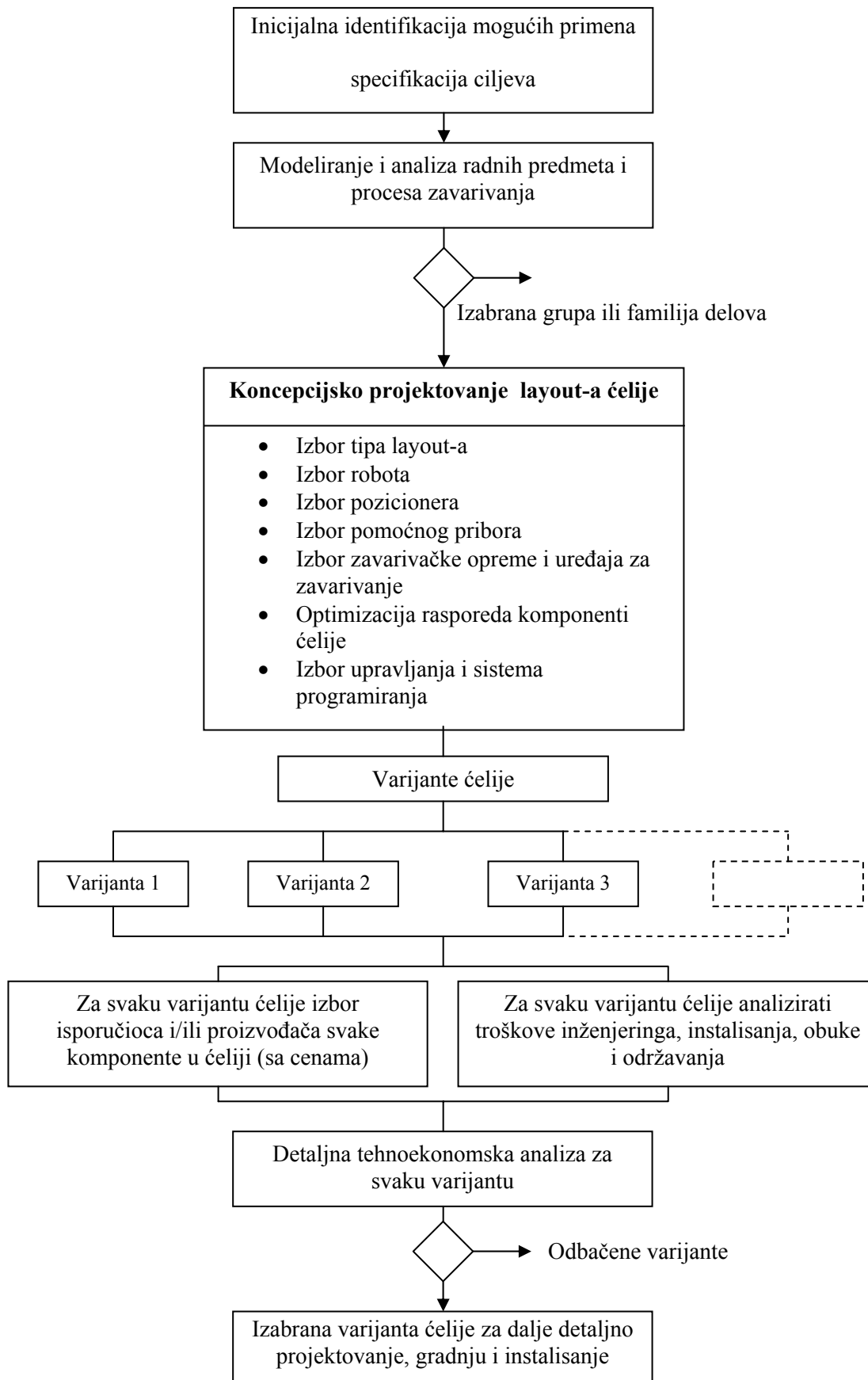
3. PRIKAZ METODOLOGIJE

Metodologija konceptijskog projektovanja robotizovanih ćelija je osnova opšte metodologije projektovanja i implementacije robotizovanih ćelija prikazane na Slici 1 i bazirana je na:

- analizi i modeliranju radnih predmeta i procesa, i
- primeni sofisticiranih softverskih sistema za modeliranje i simulaciju robotizovanih ćelija kao neophodnog alata.



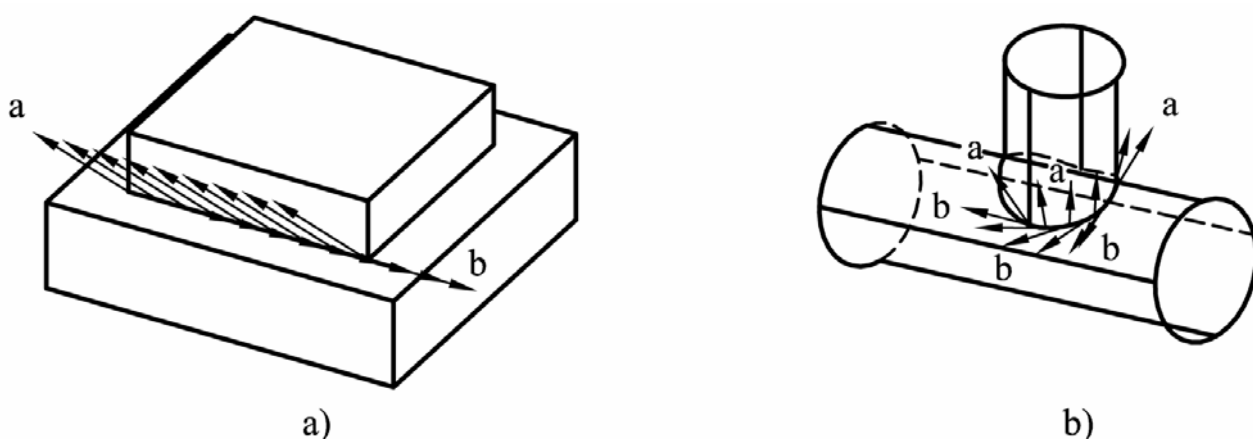
Slika 1. Opšta metodologija projektovanja robotizovanih ćelija na primeru elektrolučnog zavarivanja



Slika 2. Uprošćeni algoritam konceptijskog projektovanja robotizovanih ćelija za elektroslučno zavarivanje

Na osnovu razmatranja i analiza danas relevantnih znanja, metoda, sistema, procesa i problema vezanih za elektrolučno zavarivanje metodologija je, kao što se vidi sa Slike 2, organizovana kao logički redosled sledećih aktivnosti:

1. Inicijalna identifikacija mogućih primena i specifikacija ciljeva (produktivnost, kvalitet, fleksibilnost ...).
2. Analiza i modeliranje radnih predmeta i procesa zavarivanja (definisanje grupe ili familije delova – oblik i dimenzije, materijal, debljine, priprema, tip spoja, tip i položaj šava, trajektorije, mogući redizajn, priprema...; process, parametric procesa, plan zavarivanja...; modeliranje i generisanje trajektorije šava, Slika 3...).
3. Konceptijsko projektovanje layout-a ćelije u nekoliko varijanti (izbor tipa layout-a – konvencionalni pozicioneri, sinhronizovani pozicioneri, robot kao pozicioner...; izbor robota – konfiguracija, broj stepeni slobode, dimenzije radnog prostora, nosivost, upravljanje, tačnost, brzine...; izbor pozicionera, zvarivačke opreme, optimizacija rasporeda, opreme sa proverom dostizivosti i analizom ciklusnog vremena, izbor senzora, upravljanja i programiranja...).
4. Za svaku varijantu layout-a ćelija se razmatraju potencijalni proizvođači i/ili isporučiooci i cene svih komponentata (ova aktivnost je danas relativno jednostavna i brza zahvaljujući internetu).
5. Analiza problema inženjeringa i instalisanje izabranih komponentata ćelija sa očekivanim troškovima uključujući obuku i održavanje.
6. Tehnoekonomska analiza svake varijante (npr. metodom vremena otplate zasnovane na analizi troškova i ušteda...).
7. Presentacija varijantnih rešenja menadžmentu sa izborom najpovoljnijeg ili ni jednog, tj. odustajanje od projekta.

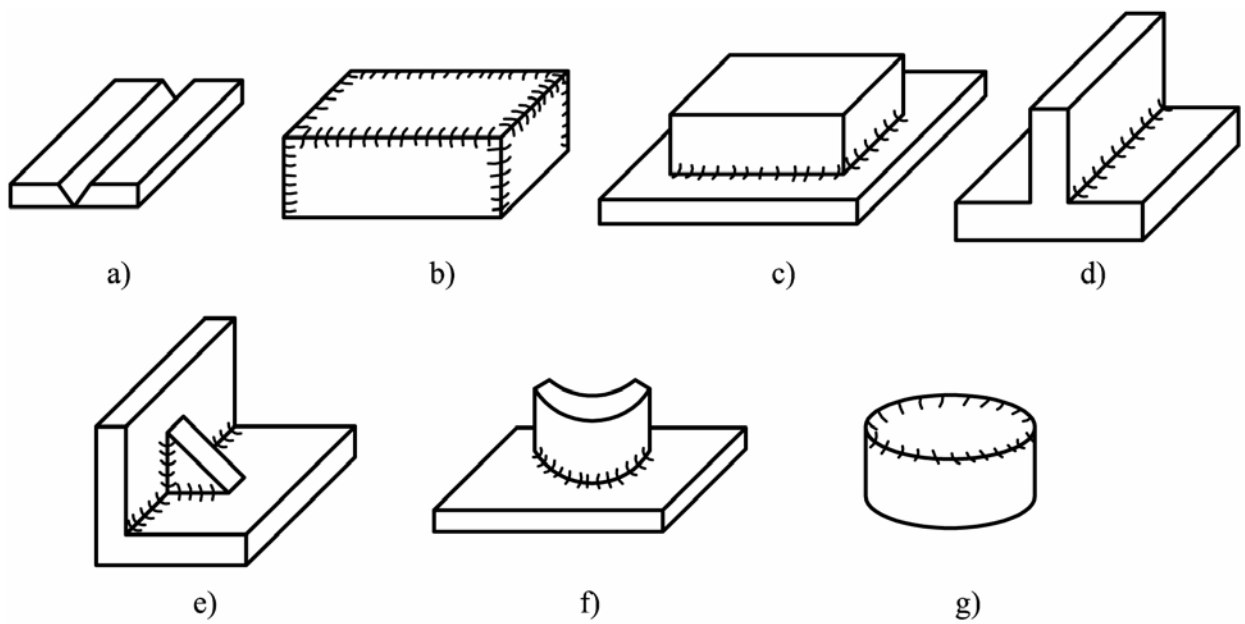


Slika 3. Trajektorije šava sa orijentacijom elektrode a) pravolinijska, b) složena trajektorija

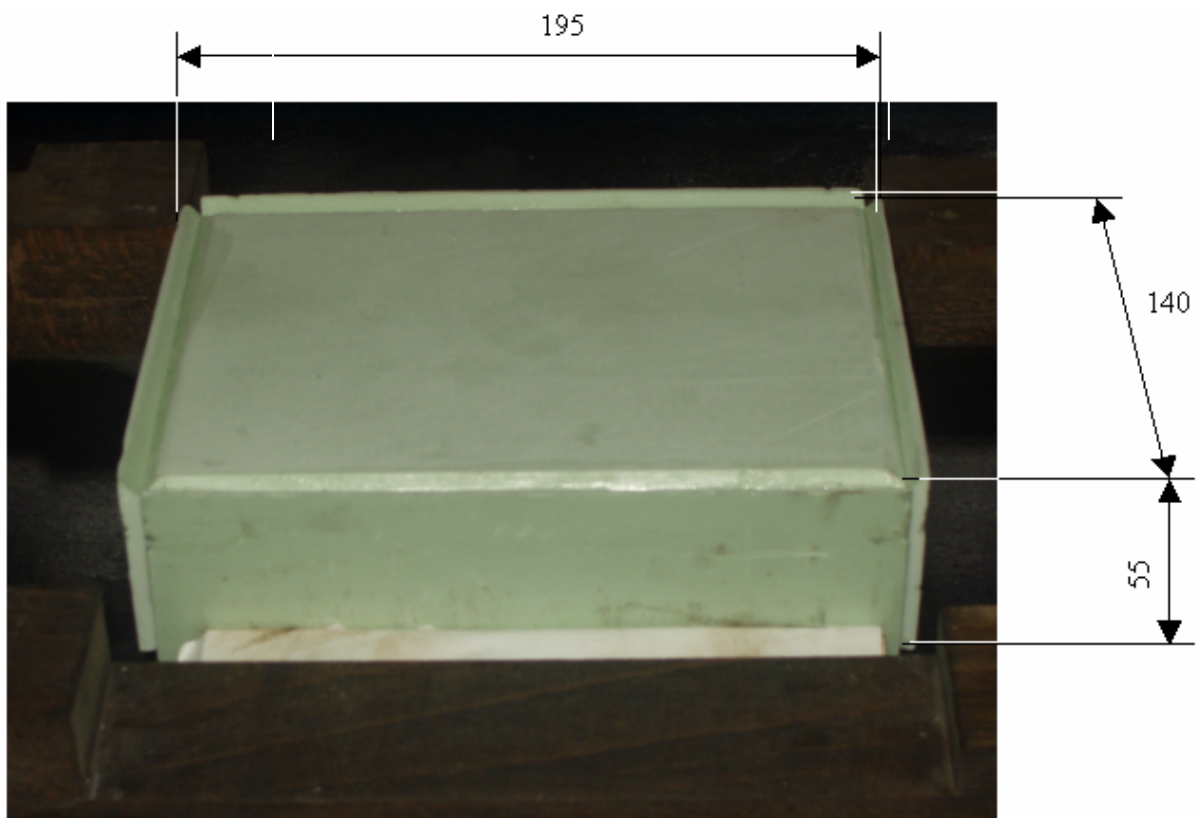
4. PRIMENLJIVOST METODOLOGIJE

U svakoj aktivnosti predložene metodologije, postoji najmanje nekoliko mogućnosti ili rešenja, ali to sada nije problem. Naprotiv, primenom sofisticiranih softverskih sistema za modeliranje i simulaciju ćelija to postaje prednost jer se nekoliko varijanti layout-a ćelija, sa više različitih komponentata može kreirati u kratkom periodu. Međutim, nije dovoljno samo imati moćan softver i pokušati primeniti metodologiju jer ona nije recept iz kuvara. Metodologija može biti primenljiva za specijalizovane inženjering firme ili kvalifikovani fabrički tim sa iskustvom, odnosno specijalistima iz oblasti proizvodnje, robota, zavarivanja, senzora, upravljanja, softvera, itd.

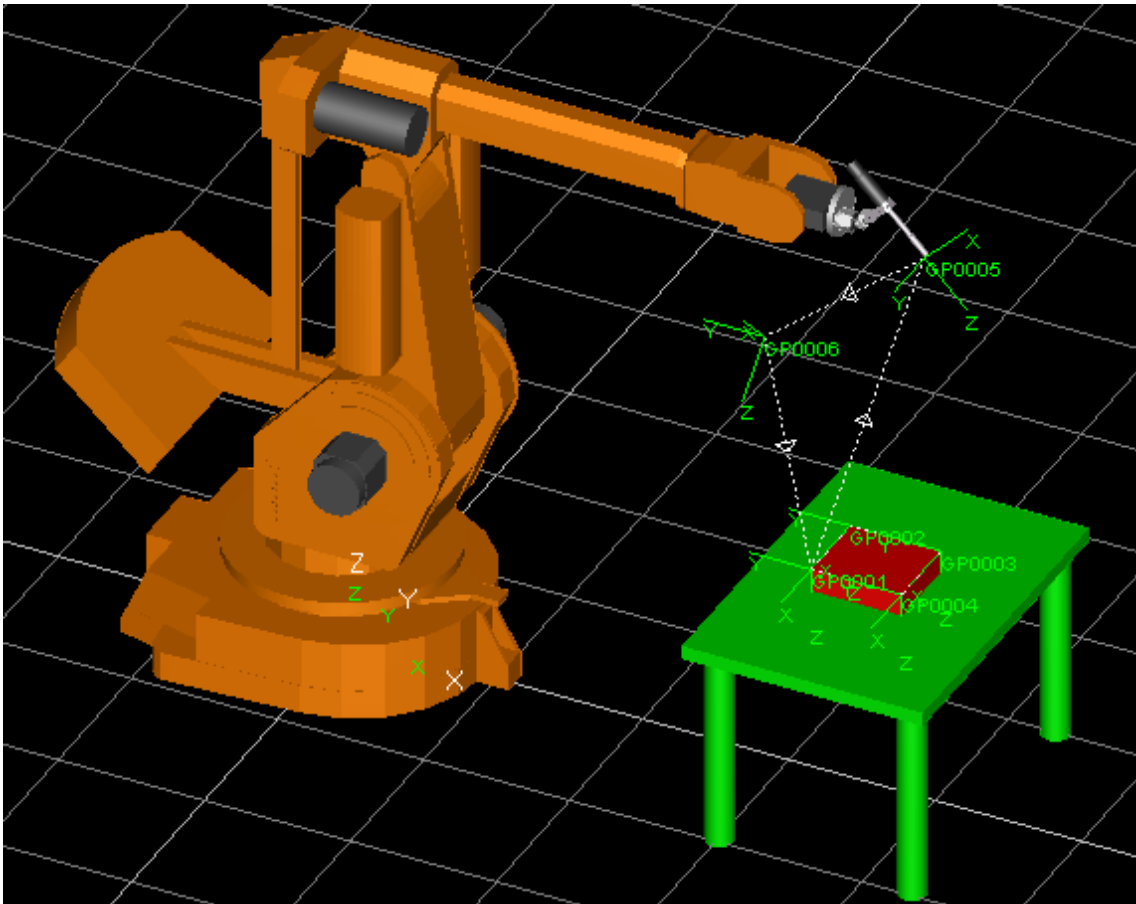
Pojedini algoritmi metodologije su razvijeni u [5], gde su sa ograničenim resursima urađene i simulacije i eksperimenti. S obzirom na raspoložive robote, nedostatak pozicionera i zvarivačke opreme izabrana je grupa jednostavnih manjih delova, Slika 4. Za test primer radnog predmeta od stiropora sa Slike 5, urađena je simulacija i optimizacija layout-a primenom probne verzije softvera WORKSPACE5, na primeru ABB robota IRB C400-2.4, Slika 6 i 7, kao najbližnjeg raspoloživom robotu LOLA15, na kome je izvršena eksperimentalna provera korišćenjem simulatora elektrode, Slika 8.



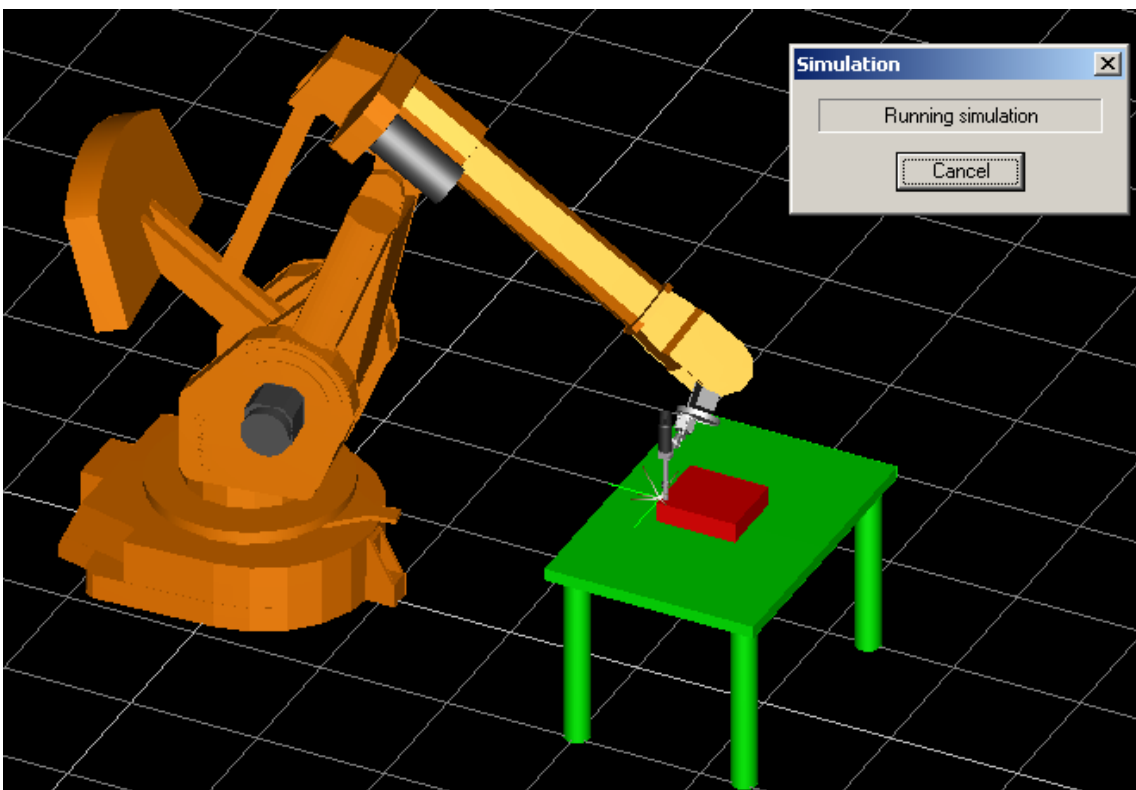
Slika 4. Primer izabrane grupe radnih predmeta



Slika 5. Test primer radnog predmeta



Slika 6. Model ćelije sa radnim predmetima i pridruženim koordinatnim sistemima



Slika 7. Simulacija procesa elektroćnog zavarivanja

5. ZAKLJUČAK

Razvijenu metodologiju konceptijskog projektovanja robotizovanih ćelija za elektrolučno zavarivanje je bazirana na analizi i modeliranju radnih predmeta i procesa zavarivanja i na korišćenju savremenih softverskih sistema za modeliranje i simulaciju robotizovanih ćelija.

Metodologija je organizovana kao redosled logičkih koraka za konceptijsko projektovanje ćelije kao neophodnog koraka za kasnije detaljno projektovanje, gradnju, instalisanje pa i eksploataciju. Metodologija omogućava efikasno konceptijsko projektovanje nekoliko varijanti ćelija za izabranu klasu radnih predmeta u kratkom vremenu. Ovako projektovane "virtualne ćelije" postoje samo u računaru ali svaka od njih može biti brzo detaljno projektovana nakon odluke menadžmenta.



Slika 8. Eksperimentalna verifikacija korišćenjem robota LOLA 15 i simulatora elektrode

Razvijena metodologija bi efikasno mogla biti primenjena u industriji, naročito u malim i srednjim preduzećima (SMEs), odnosno pri projektovanju robotizovanih ćelija za male i srednje serije zbog sledećih prednosti:

- kroz veći broj kontrolnih tačaka menadžment izbegava rizik u donošenju odluka,
- uštede u novcu i vremenu,
- služi kao osnova za sve aktivnosti od detaljnog projektovanja ćelije do njene gradnje i instalisanja.

5. LITERATURA

- [1] Bolmsjo , G., Olson ,M., et al. ,Robotic arc welding-trends and developments for higher autonomy , Industrial robot , An international journal , vol.29,No.2 ,2002
- [2] Groover , P.M., Weis ,M. ,et al. , Industrial Robotics ; technology, programming, and applications , second edition , McGraw- Hall Book Company, 1987.
- [3] Milutinovic , D.,et al., Razvoj opšte metodologije projektovanja robotizovanih ćelija, Završni izveštaj, Projekt s.1.03.07.295, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1997.
- [4] Rehg, A.J., Introduction to robotics in CIM systems, Fourth edition, Prentice Hall, 2000.

- [5] Slama, M.M., Methodology for conceptual design of robotized arc-welding cells, Master thesis, University of Belgrade, Faculty of mechanical engineering, 2003.

D. Milutinović

CONCEPTUAL DESIGN OF ROBOTIZED ARC-WELDING CELLS

Summary

Robotic arc-welding is sophisticated technology and its successful implementation in industry is formidable management as well as technical problem. In order to overcome the deficiencies in robotic workcell design and implementation processes, the methodology for conceptual design is proposed as necessary precondition for detailed design, building and installation of these systems. The methodology is based, on workpieces and welding process modelling and analysis, and on using sophisticated modelling and simulation software for robotic arc-welding.

Key words: robotic cells, arc-welding, conceptual design.

Saša Živanović¹

VARIJANTNOST KONFIGURISANJA MAŠINA SA PARALELNO KINEMATIKOM I PRAVOLINIJSKIM AKTUATORIMA²

Rezime

U radu se razmatra moguća varijantnost konfigurisanja mašina sa paralelnom kinematikom (MPK), na osnovu dosadašnjih istraživanja ostvarenih konfiguracija u svetu i kod nas. Razmatraju se mašine sa konstantnim dužinama spojki i translatornim aktuatorima. U radu je predstavljen jedan od načina za uopštavanje modela ovakvih mašina. Na taj način se može uočiti geneza različitih postojećih konfiguracija, ali i mogućí prostor za konfigurisanje novih rešenja ovakvih mašina.

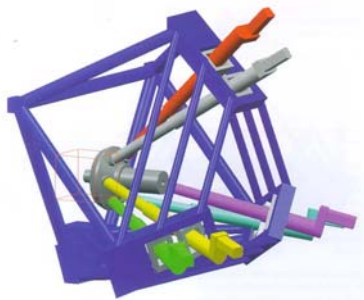
Ključne reči: mašina sa paralelnom kinematikom, konfigurisanje, aktuatori

1. UVOD

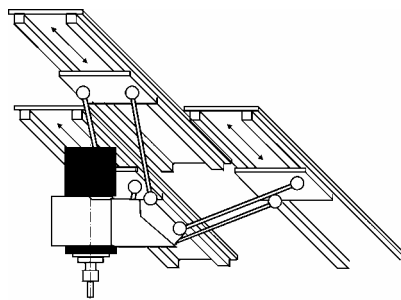
Paralelni mehanizmi su već široko zastupljeni u najrazličitijim varijantama. Vodeći istraživački centri imaju projekte o mašinama sa paralelnom kinematikom. Rezultati ovakvih projekata uglavnom rezultiraju prototipovima ovakvih mašina, na kojima se vrše dalja istraživanja, mogućnosti, karakteristika i opravdanosti uvođenja ovakvih mašina. Ovaj rad je deo istraživanja sa projekta Troosne paralelne mašine MIS.3.02.0101.B, u čijem finansiranju učestvuje MNTR Srbije i industrija.

Varijantnost konfiguracija mašina sa paralelnom kinematikom može biti posmatrana po više osnova. Prema tome, kako se ostvaruje pomeranje platforme, mašine sa paralelnom kinematikom (MPK) možemo podeliti u tri grupe (slika 1.):

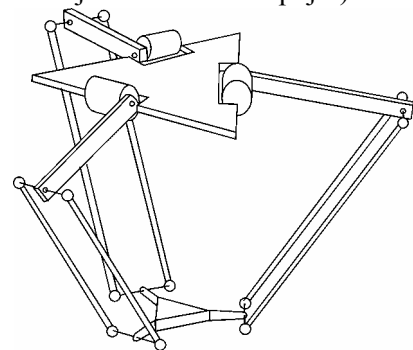
- sa promenljivim dužinama spojki i različitim mogućim rasporedima zglobova na bazi,
- sa konstantnim dužinama spojki i pokretnim zglobovima duž aktuatora na bazi, i
- sa obrtnim spojkama fiksni dužina (efekat isti kao kod mašina sa promenljivim dužinama spojki).



a) MPK sa promenljivim dužinama nogu
Stewart platform: Variax, Ingersoll, Tricept Neos, Geodetic, Hexel, Mikromat, Acrobat, Ulyses, Cosmo Center PM-600,...



b) MPK sa konstantnim dužinama nogu
Triaglide, Hexa M, George V, Mikron, Hexaglide, Linapod, Linear delta, Pegasus, KrauseMausser-Quickstep, Urane Sx, Paralyx, VerticalLine V100,...



c) MPK sa obrtnim spojkama
Delta, Hexa, ABB-Flexpicker, CERT Speed-R-Man,...

Slika 1. Osnovne konfiguracije mašina sa paralelnom kinematikom

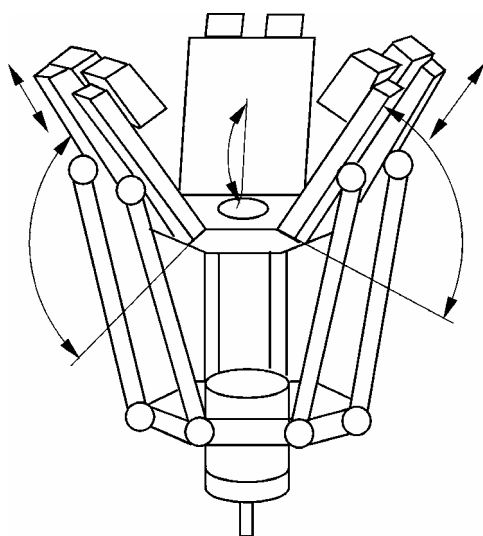
¹Mr Saša T. Živanović, asistent, Katedra za Proizvodno mašinstvo, Mašinski Fakultet, Beograd, 27.marta 80, szivanovic@mas.bg.ac.yu

² Projekat: Troosne paralelne mašine MIS.3.02.0101.B, u čijem finansiranju učestvuje MNTR Srbije i industrija.

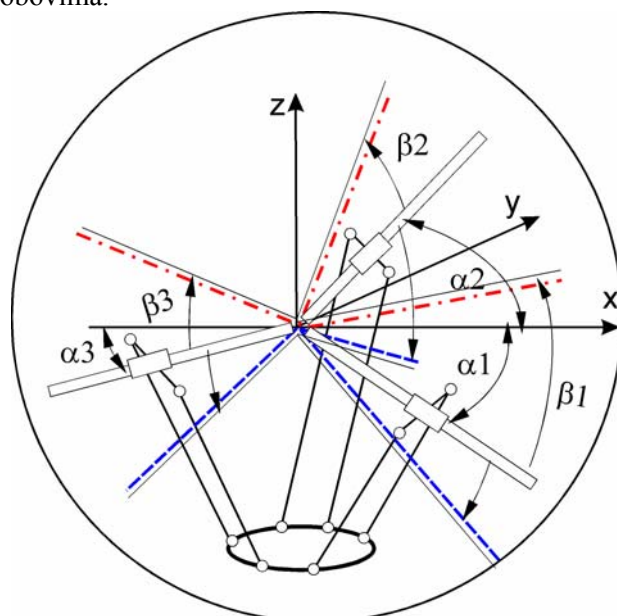
U ovom radu se razmatraju samo mašine sa pokretnim zglobovima i pravolinijskim aktuatorima, s obzirom da postoje i konfiguracije sa krivolinijskim aktuatorima (Rotapod, Eclipse). MPK različitih istraživačkih centara se više ili manje međusobno razlikuju u pogledu položaja platformi (horizontalna ili vertikalna), položaja, rasporeda i načina realizacije nogu, zatim u pogledu ostvarivanja pogona mehanizama (obrtni ili linearni), prema broju stepena slobodi, nameni itd. Može se uočiti da se realizacije MPK uglavnom koriste za višeosnu obradu (3 i 5-osne), uglavnom rezanjem. U poslednje vreme dosta istraživačkih centara se bavi problematikom translatorno pokretnih zglobova po pravolinijskim aktuatorima, i to najčešće sa tri stepena slobode pokretanja platforme. Ovakva rešenja, u osnovi imaju vrlo slične paralelne mehanizme. Različitost ovih mašina potiče, od položaja pravolinijskih aktuatora u prostoru strukture mašine. Putanje po kojima se kreću klizači, koji omogućavaju pomeranje baznih zglobova, mogu zauzeti najrazličitije položaje u prostoru. Po utvrđivanju izabrane konfiguracije paralelnog mehanizma, slede dalje detaljne analize, da bi se utvrdili optimalni parametri takvog mehanizma, prema postavljenim kriterijumima.

2. UOPŠTAVANJE MODELA MAŠINE SA PARALELNO KINEMATIKOM

U radu se razmatra mašina sa paralelnom kinematikom i to verzija sa klizačima i pravolinijskim aktuatorima, za potrebe gradnje mašine za troosnu obradu. Uzor za početna razmatranja je koncepcija Hexa M (Toyoda) prikazana na slici 2. Ova koncepcija ima 6 stepeni slobode, ali ako se programski po dva para nogu kreću istovetno, dobijaju se kretanja koja odgovaraju troosnoj obradi. Ovo zajedničko kretanje se može i mehanički usloviti, uz pojednostavljenje strukture, smanjenje broja motora i jednostavnije upravljanje. Ovo se praktično i uradilo na većem broju konfiguracija, koje su do sada razvijane. Izabrana je konfiguracija, pogodna za analizu uopštavanja modela MPK sa nagnutim pravolinijskim aktuatorima koji obezbeđuju klizanje zglobova sa spojka konstantne dužine. Odmah se može uočiti promenljivost ugla nagiba klizača. Ovde su noge konstantnih dužina, međutim i dužina nogu može biti parametar koji se varira, ukoliko se vrši ispitivanja optimalne konfiguracije. Paralelni mehanizam ima šest stepeni slobode, s obzirom da ima šest osnaženih klizača sa pogonima koji obezbeđuju translatorno kretanje zglobova na bazi. Pošto u radu razmatramo troosnu mašinu, uvešćemo pretpostavku da se po dve noge kreću zajedno, odnosno da tri para translatorno pokretnih zglobova ima tačno tri pogonska motora. Sa ovom pretpostavkom platforma bi se pomerala translatorno zadržavajući svoju orijentaciju. Ako bismo pristupili uopštavanju prethodno predstavljene konfiguracije, trebalo bi uočiti šta bi smo sve mogli da variramo na jednom takvom modelu. Na slici 3. dat je mogući izgled uopštenog modela, na osnovu koga je moguće analizirati hipotetičke detalje vezane za izbor promenljivih parametara na modelu radi dobijanja mnoštva različitih konfiguracija paralelnih mehanizama sa 3 stepena slobode i kliznim baznim zglobovima.



Slika 2. Pokazna konfiguracija Toyoda (Hexa M)



Slika 3. Uopšteni model troosne paralelne mašine sa pravolinijskim aktuatorima

Dva parametra dominantno utiču na konfiguraciju paralelnog mehanizma i to:

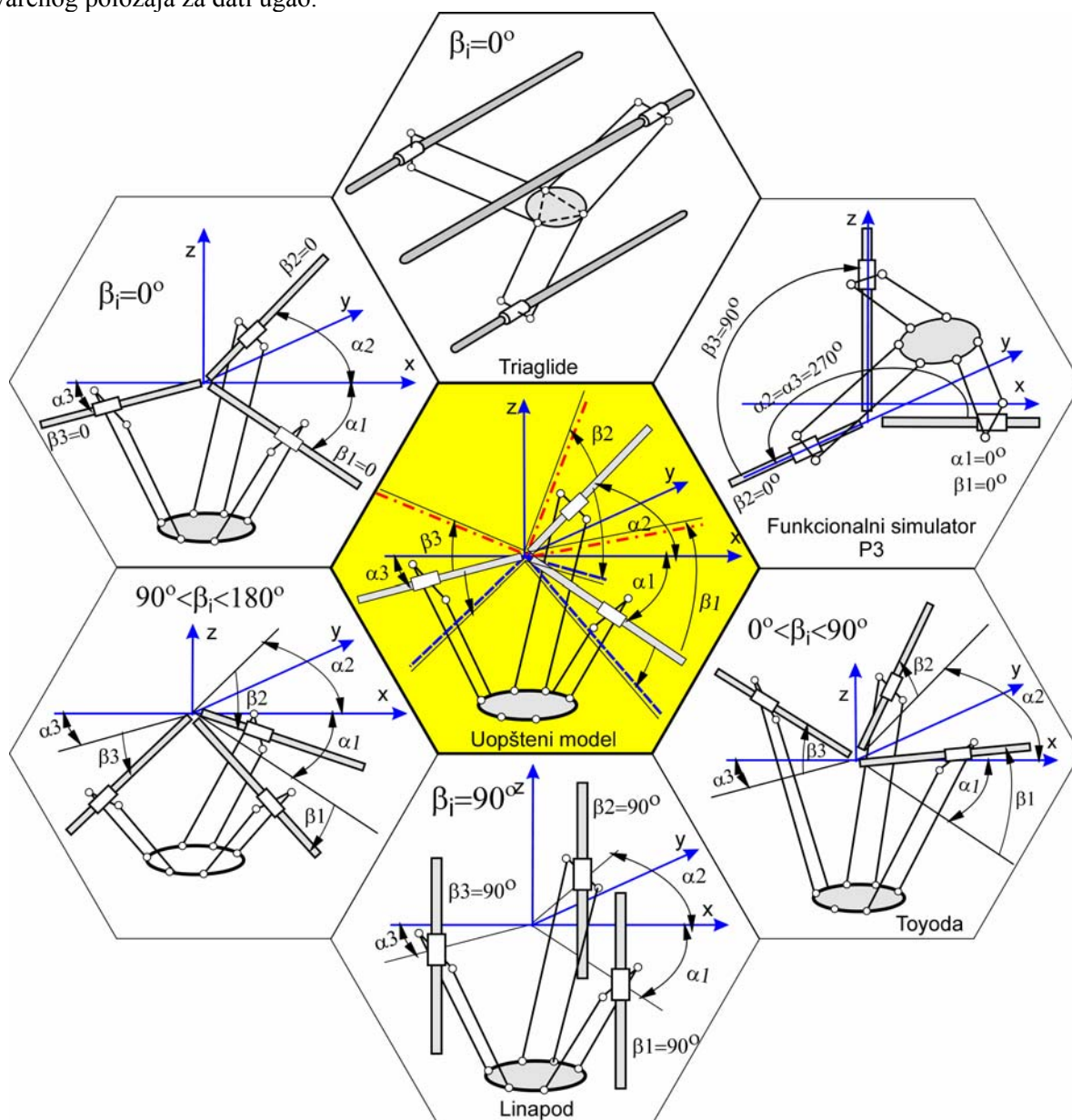
- ugao α_i , je ugao pozicije klizača mehanizma oko tačke na štapu, u odnosu na X osu,
- ugao β_i , je ugao pozicije klizača mehanizma oko tačke na štapu u odnosu na položaj štapu u XY ravni (koji je prethodno određen uglovima α_i).

Za ovako definisane parametre mogu se uočiti karakteristične konfiguracije, koje su stilizovane na slici 4. Od pokazanih konfiguracija neke predstavljaju poznata rešenja iz dosadašnjih istraživanja u svetu.

Za ugao zaokretanja $0^\circ < \beta_i < 90^\circ$, dobija se *Toyoda* konfiguracija od koje se pošlo u razmatranjima. Ovo je nešto šire zastupljena konfiguracija kod različitih istraživača, pa tako na primer postoji konfiguracija poznata pod nazivom *George V* (IWF, Univerzitet Hanover). Kada je ovaj ugao $\beta_i = 90^\circ$, dobija se konfiguracija sa paralelnim vertikalnim klizačima. Poznata rešenja ovog tipa su *Linapod* (ISW, Univerzitet Stuttgart), *VerticalLine V100* (INDEX-Werke),...

Jedan specijalan slučaj je kada su svi uglovi $\alpha_i = 0^\circ$ i $\beta_i = 0^\circ$, tako da su klizači međusobno paralelni na nekom rastojanju, i svi se nalaze u istoj ravni XY. Primer za ovo je *Triaglide*. Ova konfiguracija je dosta zastupljena kod različitih istraživača (IWF, GROB-Werke GMBH & CO,...). Ova konfiguracija je prethodila pojavi mašine sa šest stepeni slobode, kao što je *Hexaglide* (ETHZ, Švajcarska). Horizontalan položaj paralelnih aktuatora ne mora biti u istoj ravni, što je sada moguća varijantnost u okviru ove grupe. Tako na primer, postoje rešenja, kao što su *Urane Sx* (Renault Automation), *Ds Sprint Z3* (DS Technologie), *Paralix* (ZFS/ IFW, Univerzitet Stuttgart),...

Sledeća poznata konfiguracija koja može da se opiše na gore navedeni način je *Mikron Triaglide* (slika 1b), koja nastaje kada su svi uglovi $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$ i $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3$ jednaki. Jednakost α_i uglova dovodi klizače u paralelan položaj na nekom međusobnom rastojanju, dok ih jednakost β_i uglova naginje oko prethodno ostvarenog položaja za dati ugao.



Slika 4. Generisanje različitih konfiguracija troosnih paralelnih mašina u zavisnosti od uglova koji definišu položaj pravolinijskih aktuatora

Tokom rada na projektu, projektovana je i realizovana edukaciona mašina sa paralelnom kinematikom, uz upotrebu raspoloživih resursa i opreme, a da pritom to nije neko rešenje koje već egzistira u dosadašnjim istraživanjima. Osnovna ideja je da ova mašina predstavlja funkcionalni simulator mašine alatke i robota (slika 4), koji se kao tehnološki modul sa paralelnim mehanizmom, pokreće primenom raspoložive serijske mašine i njenih resursa. Izbor je pao na mašinu HBG 80, koja predstavlja baznu mašinu za razmatrani tehnološki modul. Pošto su korišćeni njeni pogoni, koji se transmisijom prenose na klizače paralelnog mehanizma, to je i položaj osa klizanja uslovljen time, da one moraju biti paralelne osama bazne mašine. Praktično je poklapanjem osa klizanja tehnološkog modula sa paralelnim mehanizmom sa koordinatnim osama serijske mašine, dobijena konfiguracija poznata kao P3, koja je instalisana u Zavodu za mašine alatke Katedre za proizvodno mašinstvo.

3. ZAKLJUČAK

Mašine alatke su bile zasnovane i izrađivane po istim principima više od jednog veka. Pravolinijska kretanja alata su zavisila od kretanja klizača po vodičama. Tačnost je proizilazila iz savršeno ravnih i održanih putanja, na mašinama. Sa pojavom mašina sa paralelnom kinematikom, dolazi do promene u načinu konfigurisanja novih mašina. Pri tome, treba uočiti veliku raznolikost mogućih konfiguracija, a onda među njima izabrati ostvarive, a u okviru ostvarivih one sa najboljim karakteristikama. Na osnovu analize istraživanja u svetu, primetno je interesovanje za mašine sa pravolinijski pokretnim aktuatorima. U tom pravcu su išla i naša istraživanja u oblasti troosnih paralelnih mašina. Na bazi prikazanog uopštenog modela mogu se analizirati postojeće, da bi se napravila nova konfiguracija, koja oplemenjuje neku postojeću ideju, ili je potpuno zamenjuje originalnim rešenjem. Krajnji cilj je implementacija stečenih znanja u prototip nove mašine sa paralelnom kinematikom, čime bi ova istraživanja dobila potvrdu i polazne osnove za dalji rad u ovoj oblasti ispitivanjima na realnim prototipovima.

4. LITERATURA

- [1] G. Pritschow, Research and Development in the Field of Parallel Kinematic Systems in Europe, Parallel Kinematic Machines, Theoretical Aspects and industrial Requirements, pp.3-15, ISBN 1-85233-613-7 Springer-Verlag London Berlin Heidelberg, 1999.
- [2] S. Negri, G. Di Bernardo, I. Fassi, L. Molinari Tosatti, G. Bianchi, C.R. Boer, Kinematic Analysis of Parallel Manipulators, Parallel Kinematic Machines, Theoretical Aspects and industrial Requirements, pp.69-84, ISBN 1-85233-613-7 Springer-Verlag London Berlin Heidelberg, 1999.
- [3] Živanović S., Tehnološki modul sa paralelnim mehanizmom, magistarski teza, Mašinski fakultet Beograd, 2000.
- [4] N. Čović, S. Živanović, M. Glavonjić, Osnovna koncepcija jednog prototipa troosne mašine sa paralelnom kinematikom, 28. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Zbornik radova, str. 6.7-6.13, Mašinski fakultet Kraljevo, Mataruška banja, 2000.
- [5] M. Glavonjić, D. Milutinović, S. Živanović, Koncepcija pogonskih osa funkcionalnog simulatora troosne mašine sa paralelnom kinematikom, Projekat: Troosne paralelne mašine - MIS.3.02.0101.B, Elaborat PN0101-01, Mašinski fakultet, Beograd, 2002.
- [6] S. Živanović, Metodologija za sistematizaciju mašina sa paralelnom kinematikom, 28. JUPITER konferencija, 24. simpozijum NU - Roboti - FTS, Zbornik radova, str. 3.117-3.120, Mašinski fakultet, Beograd, 2002.

Saša Živanović

VARIABILITY OF PARALLEL KINEMATIC MACHINES WITH LINEAR ACTUATORS CONFIGURING

Summary

This paper considers possible variability of parallel kinematics machines configuring based on research of up to date developed configurations. Machines with constant strut lengths and linear actuators are considered. One possible way of general modeling of these machines is presented. In this way it is possible to have insight in genesis of different existing configurations, as well as possibilities for developing new solutions.

Key words: parallel kinematic machines, configuring, actuators



B. Kokotović¹

PRAKTIČNI ASPEKTI KORIŠĆENJA SIGNALA STRUJE SERVOMOTORA U NADZORU PROCESA OBRADNE

REZIME

Savremeni naponi u nadzoru i adaptivnom upravljanju procesom rezanja na CNC mašinama alatkama se vrlo često zasnivaju na merenju sile rezanja i njenih komponentata. Jedan od pristupa sa rastućom popularnošću je korišćenje signala struje motora, koji se koristi u servo pojačivaču motora servo ose mašine. Rad se bavi praktičnim aspektima ovako zasnovanog merenja sile i daje nekoliko praktičnih primera.

1. Uvod

U različitim scenarijima budućeg razvoja obradnih sistema se, po pravilu, kao jedan od prioriteta ističe neophodnost implementacije različitih tehnika automatskog nadzora i dijagnostike, kao i adaptivnog upravljanja procesom obrade. Različite predložene strategije koriste silu rezanja, kao procesnu veličinu od izuzetnog značaja. Cena kvalitetnih električnih dinamometara, uz komponente za kondicioniranje signala, je vrlo često velika. Poslednjih godina su intenzivirana istraživanja, koja se oslanjaju na merenje sile rezanja korišćenjem signala struje u petlji upravljanja strujom unutar servo pojačivača (regulatora) motora mašine alatke. Veći broj istraživanja i najrasprostranjeniji komercijalni sistemi podrazumevaju korišćenje signala struje kroz motor glavnog kretanja. Manji broj radova tretira upotrebljivost signala struje motora unutar regulatora motora servo osa. Ovaj rad se bavi praktičnim aspektima merenja sile rezanja putem akvizicije signala, unutar regulatora, struje servomotora i potrebnom obradom tog signala.

2. Specifičnosti regulatorskog signala struje servo motora mašine alatke

Ideje o korišćenju signala, unutar regulatora, struje servo motora za glavno i pomoćna kretanja mašina alatki se zasnivaju na diferencijalnoj jednačini, izvedenoj iz izraza za ravnotežu obrtnih momenata na rotoru motora:

$$T_M = K_T I_a = D_1 + D_2 + D_3 ; \quad D_1 = J_e \frac{d\omega(t)}{dt}, \quad D_2 = B\omega(t) \quad D_3 = T_s(t) \quad (1)$$

T_M - Moment na rotoru, K_T , momentna konstanta, I_a - struja kroz namotaje motora, J_e - Inercija sistema svedena na rotor, B - viskozno prigušenje, T_s - statički poremećajni moment (od sile rezanja i suvog trenja), sveden na rotor motora.

Kao dobre strane ovakvog pristupa mogu se navesti sledeće:

- Signal struje kroz servomotor za pomoćno kretanje CNC mašine alatke je relativno dostupan, jer se kao takav, koristi unutar petlje upravljanja strujom armature svakog servomotora. Ovaj signal je najčešće po nivou takav da može biti direktno priključen na bilo koji sistem za akviziciju podataka.
- Izvođenje ovakvih signala, koji nose informaciju o komponentama sile rezanja duž servo osa, je neuporedivo jeftinije i od najjeftinijeg dinamometra.

¹ mr Branko Kokotović, Katedra za proizvodno mašinstvo, Mašinski fakultet u Beogradu, 11000 Beograd, 27.marta 80
e-mail: bkokotovic@mas.bg.ac.yu

- Savremene upravljačke jedinice otvorene arhitekture i to u onom svom delu (CNC Kernel), koji se odnosi na upravljanje događajima sa malom vremenskom konstantom, dozvoljavaju relativno jednostavnu hardversku implementaciju modula, kojima na raspolaganju stoje svi signali upravljačkih petlji unutar regulatora motora, uključujući i signal struje kroz namotaje motora.

Nedostaci ovakvog pristupa se mogu svrstati u dve grupe problema:

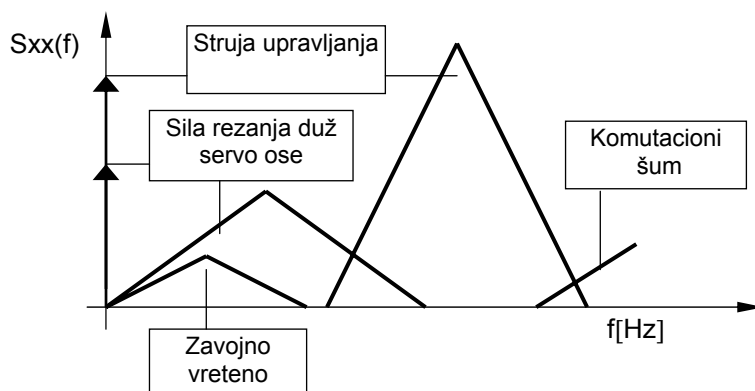
- a) Problem opsega intenziteta signala struje kroz motor i frekventnog propusnog opsega servo ose
- b) Frekventni sadržaj signala struje kroz motor

Problem opsega intenziteta se odnosi na činjenicu da puna skala signala struje, u regulatoru, pokriva i najveća dozvoljena opterećenja motora. Vršna opterećenja motora se javljaju u prelaznim pojavama u brzom hodu, kada motor crpi svoj maksimalni moment (član D_1 u (1) ima maksimalnu vrednost). Na nesreću, to su režimi, pri kojima merenje sile rezanja nema smisla. Raspoloživi moment motora za režim trajnog rada, a koji se koristi u radnom hodu, je po pravilu znatno manji (za 30% do 60%). Ovaj odnos definiše, koji će deo punog opsega signala struje biti na raspolaganju za pokušaj merenja sile pomoćnog kretanja, i to za slučaj maksimalno opterećenog servo motora. Drugim rečima i pri najtežim obradama na raspolaganju će biti samo deo opsega signala struje, koji koristi regulator. Ovaj problem je uvek prisutan i uslovljen je prvenstveno karakteristikama primenjenih servo motora. Drugi aspekt raspoloživog opsega intenziteta (osetljivosti) se odnosi na udeo signala sile pomoćnog kretanja u preostalom delu opsega signala. U kvazistatičkom režimu je član $D_1 \approx 0$. Informacija intenzitetu sile rezanja duž servo ose će biti toliko "zamagljenija", koliko je veliko učešće otpora suvog i viskoznog trenja u ukupnom opterećenju motora (član D_2 i deo člana D_3). U dinamičkom režimu će J_e imati ulogu manje ili više rigoroznog filtera u prenosu: sila rezanja \rightarrow struja motora.

Ovi problemi će biti različito izraženi za servo ose sa masivnim i laganim klizačima i za ose sa različitim koncepcijama vođica (klizne/kotrljajne).

- Frekventni sadržaj signala struje servo motora

Ono što predstavlja veliki problem u akviziciji komplete sile rezanja preko signala struje u regulatoru, predstavlja složeni frekventni sadržaj ovog signala. Ovaj problem prvenstveno potiče iz činjenice da se pokretanje motora ostvaruje kroz neki od vidova modulacije širine pulseva (PWM). Pored ove frekventne komponente (sa svojim harmonicima), informacija o sili rezanja je zaklonjena i frekvencijom oscilovanja zavojnog vretena. Tako će ukupni spektar snage signala struje kroz servo motor imati opšti oblik kao na slici 1:



Slika 1 Komponente spektra snage struje kroz servo motor za pravolinijsko pomoćno kretanje mašine alatke

Struja upravljanja ima jednosmernu komponentu (DC član):

$$I_0 = D_C I_M$$

i glavnu dinamičku komponentu

$$I_1 = \frac{2I_M}{\pi} \sin \pi D_C$$

Harmonici struje upravljanja su simetrično raspoređeni oko frekvencije f_c .

Zavojno vreteno ima glavnu komponentu na relativno niskoj frekvenciji:

$$f_{ZV} = \frac{v_S}{h_{ZV}} \frac{1}{60} \frac{1}{2\pi}$$

gde su v_S [mm/min] - brzina pomoćnog kretanja i h_{ZV} [mm] - korak zavojnog vretena.

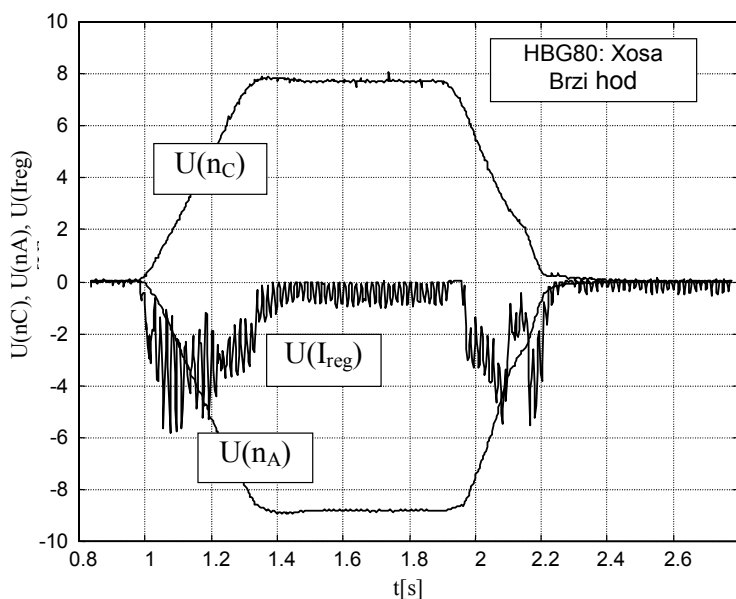
Sila rezanja, za slučaj obrade glodanjem takođe će imati DC komponentu i glavnu dinamičku komponentu na frekvenciji:

$$f_{REZ} = \frac{n z}{30}, \quad \text{gde je } n [\text{min}^{-1}] \text{ - broj obrta glavnog vretena i } z \text{ - broj zuba alata. U praktičnim slučajevima će glavna komponenta sile rezanja biti sa frekvencijom dovoljno dalekom od glavnih dinamičkih}$$

komponentata struje upravljanja i zavojnog vretena. Realan problem u izdvajanju informacija o sili rezanja će pre predstavljati njihovi harmonici.

3. Praktični Primer

U laboratoriji Katedre za proizvodno mašinstvo napravljena je eksperimentalna instalacija, čije su osnovne komponente obradni centar LOLA HBG80 i sistem za akviziciju podataka (ED2000) na PC platformi, a sa ciljem da se omoguće različita eksperimentisanja, zasnovana prvenstveno na merenjima karakterističnih veličina na ulazu izlazu regulatora servo motora. Zapravo su, iz regulatora svih servo osa i motora glavnog kretanja, izvedeni signali, koji se uz minimalno kondicioniranje pasivnim komponentama uvode u sistem za akviziciju podataka. Servo motori su DC motori sa permanentnim magnetom, a motor glavnog kretanja, takođe DC, je sa namotajima pobude za stvaranje magnetnog polja. Na raspolaganju je ukupno 12 signala, to jest za sve servo motore i motor glavnog kretanja raspolaže se sa analognim naponskim signalima zadatog broja obrta motora (iz upravljačke jedinice), stvarnog broja obrta (od tahogeneratora) i struje kroz motor.



Na slici 2 je primer zapisa ovih veličina za osu X mašine, pri brzom hodu.

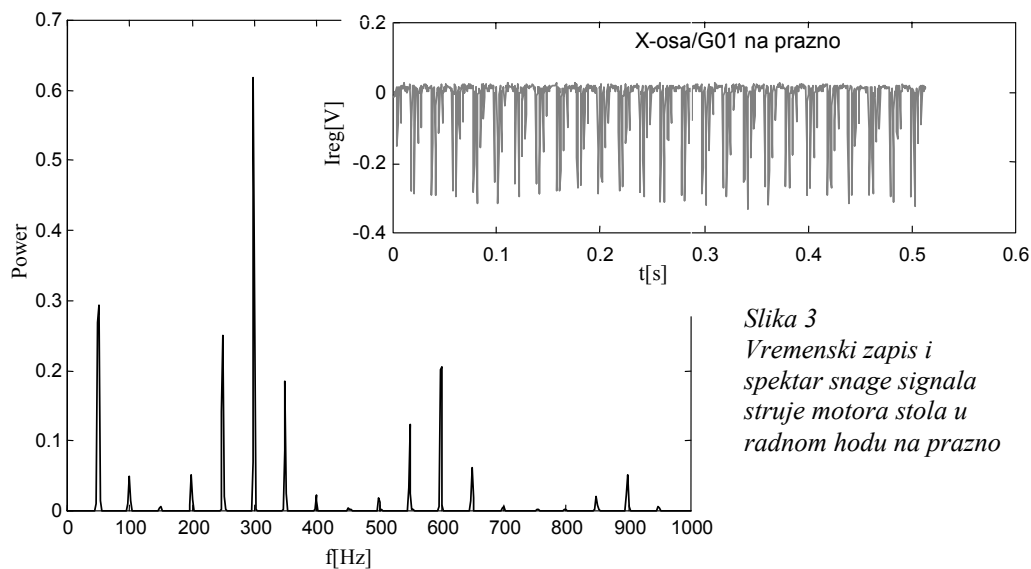
*Slika 2
Primer zapisa ulaznih i izlaznih signala servo pojačivača motora stola obradnog centra u brzom hodu*

Uočljive su prelazne pojave ubrzanja i usporjenja i skokovi struje koji njih prate. ono što se i ovde može uočiti je da znak signala struje kroz motor ne prati smer opterećenja motora. Za očekivati je, pri ubrzavanju i usporavanju, različit znak struje kroz motor.

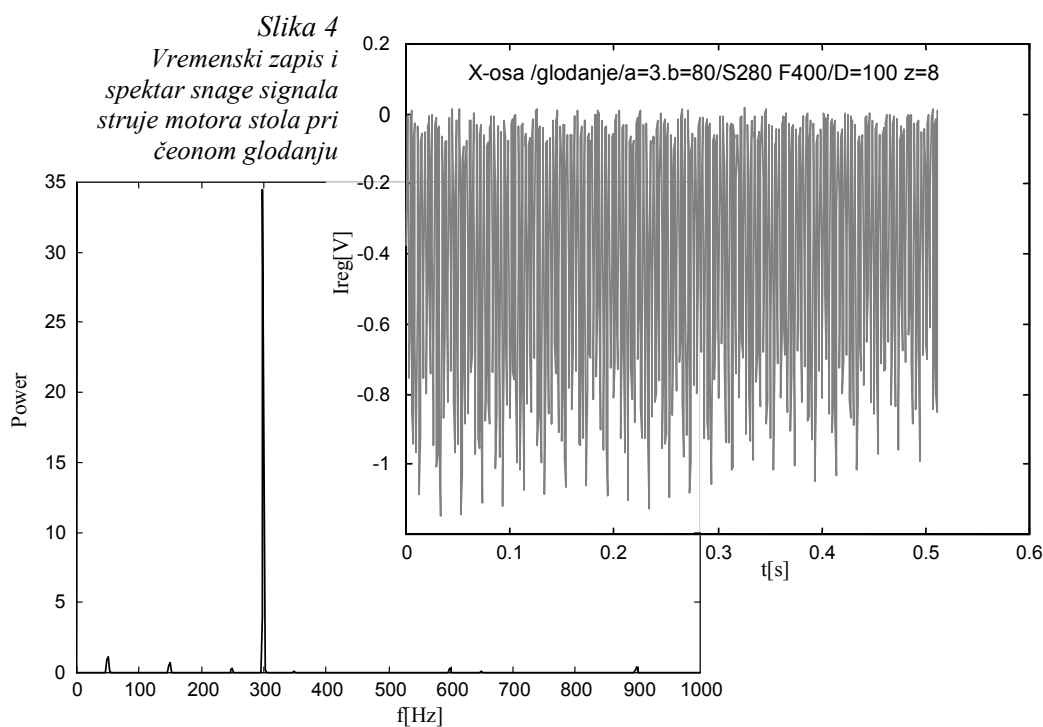
signal struje kroz motor se ostvariye preko mernih transformatora, koji su za svaki motor postavljeni prema mreži. Ova struja se ispravlja kroz specifičan ispravljač i na nju se priključuje otpornik. Signal struje kroz motor se dobija merenjem pada napona na ovom otporniku.

Signal zadatog broja obrta (od interpolatora upravljačke jedinice) i signal sa tahogeneratora su suprotnog znaka, i kao takvi se uvode na sabirač za generisanje signala greške broja obrta, na ulazu regulatora. Regulatori servomotora su PI regulatori izvedeni kao tiristorski (SIEMENS 6RA26), sa posebnom petljom za adaptaciju (specifičan zakon upravljanja pri malim brzinama, u prisustvu velikih opterećenja, stick-slip efekta itd.).

Za ilustraciju opisanih fenomena koji prate pokušaj izdvajanja informacije o komponenti sile rezanja (sila pomoćnog kretanja) duž servo ose, bilo u vremenskom bilo u frekventnom domenu, izvršen je niz eksperimenata. U kontekstu ovog rada ovde su oni predstavljeni u minornom obimu, dovoljnom za izvođenje određenih zaključaka. Na slici 3 i 4 su pokazani delovi zapisa signala struje kroz motor stola obradnog centra za slučaj radnog hoda i to pri kretanju alata na prazno (slika 3) i pri obradi čeličnog priprema glodačkom glavom (slika 4). Za oba slučaja su pokazani spektri snage ovih signala. U spektru za slučaj rada na prazno uočljive su dve glavne komponente i njihovi harmonici. Ovakav oblik potiče od koncepcije izlaznog dela regulatora. Naime takt regulatora je definisan frekvencijom mreže (50Hz). U jednoj periodi mreže vrši se okidanje 6 tiristora. Ovo objašnjava pikove na 50 Hz i 300Hz na slici 3 i njihove harmonike. Pri glodanju je uočljiv porast amplitude a problem ekstrakcije frekventnog sadžaja sile rezanja je, uz eliminisanje filtriranjem komponente 300Hz otežano prvenstveno komponentom sa frekvencijom 50Hz. Velika masa klizača i trenje na kliznim vodičama čine dinamičku komponentu sile rezanja slabo izraženom. Pik na 37.3Hz je praktično neuočljiv.



*Slika 3
Vremenski zapis i
spektar snage signala
struje motora stola u
radnom hodu na prazno*



*Slika 4
Vremenski zapis i
spektar snage signala
struje motora stola pri
čeonom glodanju*

SUMMARY

Present efforts in monitoring and adaptive control of the machining process on CNC machine tools are often based on measuring of cutting force or its components. One of different approaches with increasing popularity is one which uses signal of the motor current, which is used in servo amplifier of feed motion servo motor. This paper deals with practical aspects of the such mesuring and gives several practical examples.

Autor se najsrdačnije zahvaljuje g.Raši Vukadinoviću (LOLA FAM) na brojnim sugestijama iz domena elektronike i na pomoći pri gradnji opisane eksperimentalne instalacije.

Literatura

- [1] Altintas Y. Manufacturing Automation, Cambridge University Press, 2000.
- [2] Romero-Troncoso R. et al. Driver current analysis for sensorless tool breakage monitoring of CNC milling machines, Int.J. of Machine Tools and Manufacture, Vol. 43, pp. 1529-1534, Elsevier Ltd., 2003.
- [3] N.N.Signal Processing Toolbox with use of Matlab, Users Guide, Math Works, Matick (MA), 1998.
- [4] N.N. Regelbare Antriebe fuer Werkzeugmaschinen, SIEMENS, 1983.



Бабић Б., Калајџић М.¹

ТРЕНДОВИ РАЗВОЈА ФЛЕКСИБИЛНЕ АУТОМАТИЗАЦИЈЕ²

Резиме: Аутоматизација је један од кључних покретача индустрије. У складу са условима на тржишту и потребама друштва, аутоматизација и индустрија прошли су кроз неколико парадигми. У раду је приказана веза између појединих парадигми и тржишта и друштва као покретача за њихово увођење, нових технологија и процеса које омогућују њихову реализацију и одговарајућих пословних модела. На крају су, на основу спроведене анализе, исказани и трендови развоја и истраживања у области флексибилне аутоматизације.

1 УВОД

Брзе и драматичне промене, све већа конкуренција и нове технологије повећавају непредвидивост тржишта. Као одзив произвођачи траже начине да повећају флексибилност унутар ланца вредности. Флексибилност производње, као критична димензија флексибилности ланца вредности, представља способност производње различитих производа у обиму који захтевају купци уз одржавање високих перформанси. Од стратешког значаја је подизање нивоа компетитивности и добијање наруџби купаца. Флексибилност је стратешки императив који омогућује фирмама да се "боре" са непредвидљивим трендовима на тржишту. Такође, може се рећи да је флексибилност способност производне организације да задовољи повећани спектар захтева купаца без додатних трошкова, времена, организационих поремећаја и губитка перформанси [1]. Неколико индустријских парадигми је развијено као одговор на промене природно-економско-друштвено-технолошких (ПЕДТ) услова и самим тим измењених захтева, који се могу сматрати као побуђивачи развоја [2]. Као последица јављају се различити истраживачко развојни пројекти који играју кључну иновациону улогу.

2 РЕФЕРЕНТНИ МОДЕЛ

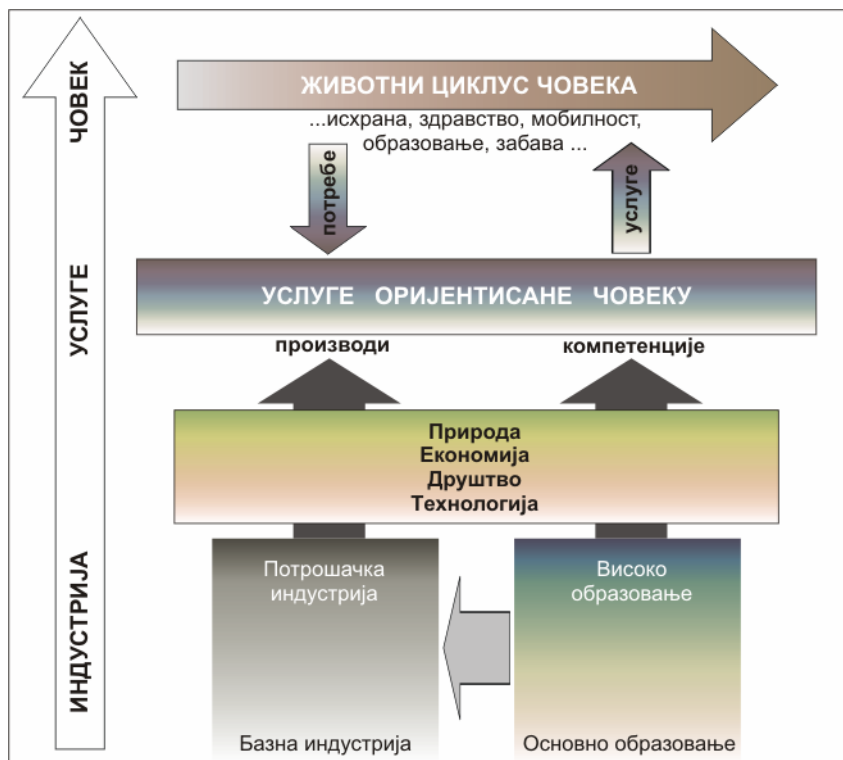
Референтни модел који описује ланац вредности човек-индустрија представља макро компоненте које повезују људске потребе и индустријске производе који им одговарају, узимајући у обзир управљачке механизме и средства која омогућују функционисање механизма. Ланац вредности човек-индустрија приказан је на слици 1. Потребне човека, током његовог животног века, задовољавају се услугама које су подржане производима и људским компетенцијама, а за чију реализацију су неопходне одговарајуће производне технологије и образовање.

Еволуција ланца човек-индустрија вођена је еволуцијом потреба човека и променама природно-економско-друштвено-технолошких услова. Парадигме које су представљале одзив еволуирале су од мануфактурне производње преко индустријске производње до индустрије засноване на истраживању и развоју.

¹ Др Бојан Бабић, ванр. проф., др Милисав Калајџић, ред. проф., Машински факултет у Београду, Катедра за производно машинство, е-mail: bbabic@mas.bg.ac.yu, mkalajdzic@mas.bg.ac.yu

² Рад је резултат истраживања у оквиру пројекта МИС.3.02.0127Б-Развој метода аутоматизованог пројектовања обрадних система и процеса., који финансира МНЗЖС Србије.

Значајне и радикалне иновације индустријских парадигми условљене су систематским активностима истраживања и развоја заснованим на повећању захтева тржишта и унапређењу технологија. Измене тренутне парадигме захтева, што доводи до формирања нове, управља стварањем нове "одзивне" парадигме и одговарајућих трансформационих процеса и технолошке подршке. Више парадигми може да егзистира истовремено у исто време, на истом или на различитим местима. Обзиром да одзив може да буде заснован искључиво на истраживању и развоју, неопходно је повезивање ланца човек-индустрија са истраживачко-развојним ланцем.



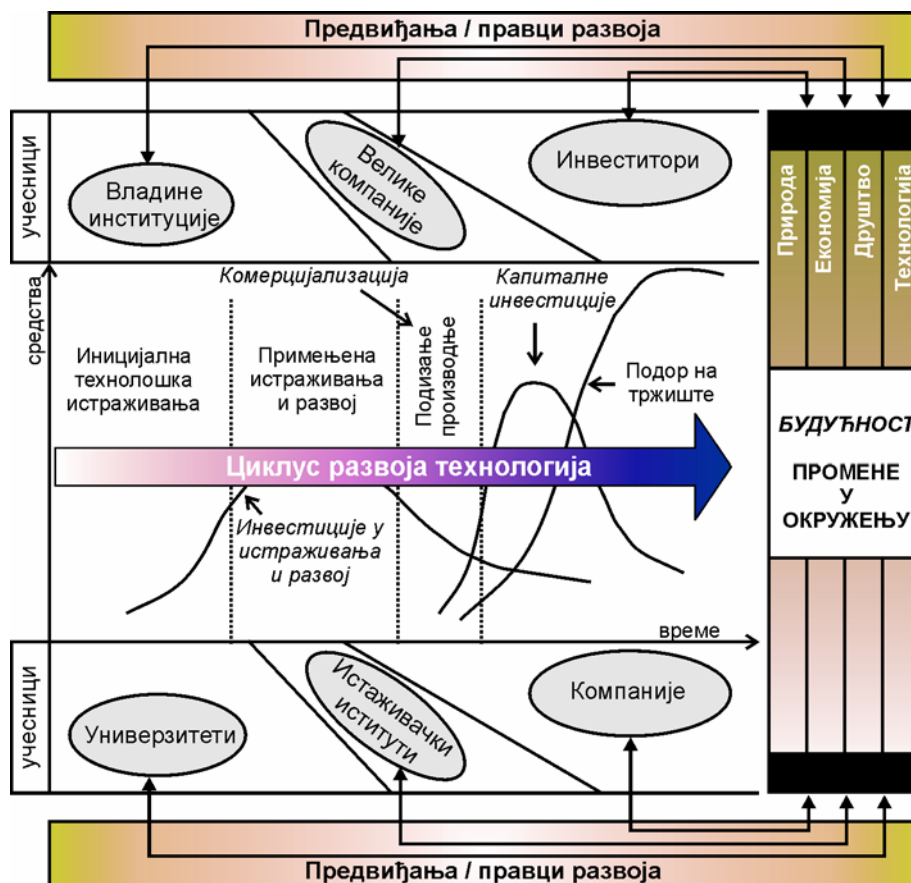
Слика 1 Ланац вредности Човек-Индустрија

Истраживачко-развојни ланац, приказан на слици 2 са својим макро компонентама, представља механизам који подржава еволутивни процес. Подржавајући технолошки прогрес кроз парадигме које се јављају као одзив на промене природно-економско-друштвено-технолошких услова. Истраживачко-развојни ланац представља инструмент који промовише еволуцију ланца вредности човек-индустрија. Директно утиче на одговарајуће фазе развоја и процес образовања као њихову подршку која им омогућује одзиве који прате промене контекста окружења.

У истраживачко-развојном ланцу сви учесници, од институција које постављају истраживачко-развојну политику и лансирају програме и иницијативе, до универзитета, истраживачких института, центара и компанија који реализују истраживања и развој као и образовање, имају визионарску улогу у предвиђању будућег развоја.

Процес предвиђања представља стратешку активност у оквиру које се дефинишу програме. Предвиђање представља систематско прављење средњерочно-дугорочних визија које треба да помогне приликом доношења одлука у садашњости и за покретање одговарајућих истраживачких активности. Резултат су стратегије развоја које дефинишу смернице одређене очекиваном еволуцијом окружења.

Учесници са универзитета, из института и истраживачких центара могу се са једне стране посматрати као експерти и саветници владиних институција, а са друге стране као извођачи истраживачко развојних активности. Приказани истраживачко развојни процес води ка новим парадигмама и одговарајућим трансформационим процесима и технологијама које их омогућују, а све то као одзив на промене у окружењу укључене у програме који су проистекли из процеса предвиђања и доношења стратегија. Стратегије развоја дефинишу смернице које су одређене очекиваном еволуцијом окружења.



Слика 2 Истраживачко развојни ланац вредности (према моделу датом у [2])

У овом контексту истраживачко развојно технолошки програми и иницијативе владе представљају промотере и подршку развоју нових индустријских парадигми.

3 РАЗВОЈ ФЛЕКСИБИЛНЕ АУТОМАТИЗАЦИЈЕ

Технолошка парадигма се успоставља као интегрисани и заокружени скуп технолошких решења као одзив на потребе окружења. Нова парадигма се развија на основу активности и кроз истраживачко развојне активности. Започиње у специфичном тренутку и контексту и може да коегзистира са старим и новим парадигмама у различитим технолошким и географским локацијама [3].

Преглед развоја главних производних парадигми, од круте аутоматизације па надаље, треба да обухвати место њиховог настанка, везу са побудом из окружења и које технологије их омогућују. Главни захтеви проистекли током времена из тржишне утакмице и развоја друштва су:

- Потреба за нижим ценама
- Потреба за прилагођавањем производа купцима (*кастомизација*)
- Потреба за иновацијама
- Потреба за бригом о животној средини

Овакви захтеви утицали су на производњу узрокујући три основна захтева:

- Продуктивност
- Прилагођеност потребама купца
- Агилност

Могу се издвојити четири производне парадигме у производњи: појединачна производња, масовна производња, флексибилна производња и масовна кастомизација и персонализација.

Табела 1 Развој производних парадигми [2]

Парадигма	Појединачна производња	Масовна производња	Флексибилна производња	Масовна кастомизација	Одржива производња	
Година почетка	~ 1850	1913	~ 1980	2000	2020?	
Потребе друштва	Производи оријентисани купцу	Ниска цена производа	Разноликост производа	Производи прилагођени купцу	Чисти производи	
Тржиште	Мали обим производње	Стабилно тржиште	Мањи обим по производу	Глобализација Променљива потражња	Околина	
Пословни модел	продаја- пројектовање -израда- монтажа	пројектовање -израда- монтажа - продаја	пројектовање -израда- продаја- монтажа	пројектовање- продаја-израда- монтажа	пројектовање е за околину- продаја- израда- монтажа	
Средства која омогућују	Технологија	Електрична енергија	Заменљивост делова	Рачунари	Информационе технологије	Нано/Био технологије
	Процес	Машине алатке	Покретне монтажне траке	ФТС; Роботи	Реконфигурабилни и технолошки системи	Технологија додавања

У табели 1 приказан је развој производних парадигми у складу са потребама друштва и условима на тржишту, уз примењени пословни модел и средства која омогућују примену одговарајуће технологије и процеса. Наведена је одржива производња као парадигма заснована на потребама друштва за унапређењем животне средине и чистим производима. Заснива се додавању материјала на нивоу честица, а очекује се да постане актуелна око 2020 године.

4 ЗАКЉУЧАК

Произвођачи се данас суочавају са све већом непредвидљивошћу окружења услед промене захтева купаца, глобалне конкуренције, напретка технологије, и сл. Истраживачи и производни менаџери су свесни чињенице да је флексибилност стратешки императив који омогућује фирмама да се боре са непредвидљивошћу у окружењу. Флексибилност представља могућност производне организације да изађе у сусрет повећаној разноликости жеља купаца без повећаних трошкова, и да се избори са организационим поремећајима и смањеним перформансама система. У том контексту, а на основу исказаних трендова у свету, може се рећи да ће се главна истраживања водити у областима:

- Информационих система за производне организације
- Моделирања и симулације
- Технолошких процеса и опреме
- Технологија за производно/пословну интеграцију

Главне карактеристике таквих система биће:

- Интегрисано управљање производњом
- Научно заснована производња
- Интелигентни процеси и опрема
- Флексибилне, дистрибуиране операције
- Пуна интеграција и оптимизација пројектовања и производње
- Интелигентно управљање

Наши истраживачко-развојни програми, и поред значајних тешкоћа, морају бити конципирани тако да подржавају светске програме развоја. Не треба заборавити да, поред несумњивог стручног потенцијала у земљи, постоји и огроман истраживачки ресурс у дијаспори. Имајући у виду скромне расположиве инвестиције истраживачко-развојни програми треба да буде усмерени ка малим и средњим предузећима. На крају остаје отворено питање и како покренути нашу индустрију и где је њено место на светском тржишту. Такође, у контексту улоге владиних институција у приказаном моделу, треба размотрити какав утицај на истраживања и развој имају тренутно актуелни пројекти и да ли и даље треба да буде оријентација ка "малим" пројектима.

5 ЛИТЕРАТУРА

- [1] Zhang, Q., Vonderembse, M. A., Limc, J-S., Manufacturing flexibility: defining and analyzing relationships among competence, capability, and customer satisfaction, *Journal of Operations Management* 21, (pp. 173 –191), (2003)
- [2] Jovane, F., Koren, Y., Boer, C. R., Present and future of flexible automation, *Annals of the CIRP*, vol. 52/2/2003, (pp. 543 – 560)
- [3] Van Brussel, H., Manufacturing paradigm shifts during 50 years of CIRP, Presidential address, Opening Session, 51th General Assembly, Nancy, France, (2001)
- [4] Бабић, Б., Калајџић, М., Мрежна производња, 29. ЈУПИТЕР конференција, (пп. 4.5 – 4.8), Београд, (2003)
- [5] Babić B., Putnik G., A hierarchical model of distributed simulation, in Mertins K., Krause O., Schallock B., (eds.) *Global Production Management - IFIP WG5.7 International Conference on Advances in Production Management Systems APMS'99*, (pp. 26-33), Kluwer Academic Publishers, ISBN 0-7923-8605-1 (1999)

FLEXIBLE AUTOMATION DEVELOPMENT TRENDS

Abstract: *Automation is one of key drivers of modern industry. Depending on market conditions and society needs automation and industry has undergone several paradigm changes. The paper presents correlation between paradigms market and society needs that are driver for their development, and new technologies and processes that are enablers for their implementation. Based on analysis of past, current and future paradigms trends of research and development in domain of flexible automation are emphasized.*



Tanović Ljubodrag¹⁾

MIKROREZANJE KERAMIČKIH MATERIJALA

Rezime

U radu je dat prikaz literaturnih izvora hipoteza o fazama formiranja strugotine pri obradi keramičkih materijala sa osvrtom na procese koji se pri tome uočavaju. Radi kompleksnijeg sagledavanja fenomena koji se pri tome javljaju izvođen je proces mikrorezanja izdvojenim dijamantskim zrnima na uzorcima oksidno-karbidne i nitridne keramike. Važan preduslov brušenja keramičkih materijala je poznavanje fenomena koji se uspostavljaju u procesu brušenja, prvenstveno u površinskom sloju keramike.

Ključne reči: mikrorezanje, dijamant, keramika, prslina, brušenje

1. UVOD

Povećanje proizvodnosti obradnih sistema i smanjenje troškova obrade postiže se poboljšanjem karakteristika i radnih mogućnosti svih elemenata obradnog sistema: mašine alatke, reznih alata, pomoćnih, mernih i kontrolnih pribora. Razvoj i usavršavanje reznih alata odnosi se na poboljšanje karakteristika postojećih i razvoj novih materijala reznih alata kao i na usavršavanje njihovih konstrukcija. Danas se razmatra primena keramičkih materijala u mašinogradnji, alatnoj, motornoj, elektro i hemijskoj industriji uključujući protetiku i ortopetska pomagala u medicini. Uslov serijske proizvodnje keramičkih proizvoda je postizanje neophodne tačnosti oblika, mera i kvaliteta obrađenih površina uz ekonomičnost obrade. Dijamantsko brušenje bezuslovno najvažniji postupak obrade keramičkih materijala.

Rezna sposobnost dijamantskog zrna u procesu interakcije sa obrađivanim materijalom određuje se pre svega njegovim fizičko-mehaničkim svojstvima i geometrijskim parametrima, uslovima i čvrstoćom veziva u telu tocila i kinematskim i termodinamičkim uslovima u kojima se realizuje rad zrna. Učinak dijamantskog zrna definisan je njegovom raspodelom u alatu, oblikom reznog vrha i veličinom reznih uglova koji se definišu u procesu rezanja. Za razliku od alata sa geometrijski definisanim sečivima, geometrija i oblik dijamantskih zrna su složeni i u izvesnom smislu neodređeni. Za analizu rada takvim zrnima eksperimentalno se određuju dimenzije, oblik i geometrija, radi zamene u konačnom proračunu takvih zrna sa zrnima ekvivalentnog oblika. Takav oblik dijamantskih zrna se poistovećuje koeficijentom oblika (odnos dužine i širine zrna). Bez obzira na inače protivurečne rezultate istraživanja u oblasti izučavanja uticaja zrna u procesu rezanja ostalo je nedefinisano: Kakvo zrno je najbolje režno sposobno?

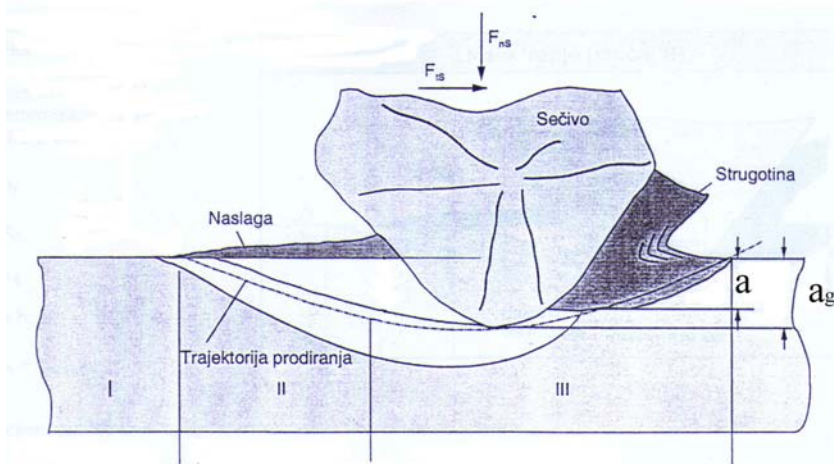
2. MEHANIZAM FORMIRANJA STRUGOTINE

U cilju kompleksnog izučavanja pojava koje nastaju pri kontaktu dijamantsko zrna-keramika, razmatran je i mehanizam formiranja strugotine. Na osnovu literaturnih izvora navode se hipoteze [5]:

Nakajima T., Uno Y., Fujiwara T., su na uzorcima keramike Syalon i PSZ pri mikrorezanju sa promenljivom dubinom, dijamantskim zrnima oblika konusa ugla vrha 120° i $r=5-30 \mu\text{m}$ uočili tri zone po dubini: a) zona elastičnih, plastičnih deformacija i zona rezanja, b) postoji kritična dubina i normalna sila koja odgovara početku plastične deformacije i rezanju, i c) trag nastao od dijamantskog zrna se obrazuje kao rezultat plastičnih deformacija i krtog razaranja.

Konig W., Klocke F., [2] u svojim istraživanjima dolaze do zaključka da proces formiranja strugotine u mnogome zavisi od trenja između dijamantskog zrna i keramike. Pri prodiranju zrna u keramiku prisutne su elastične a potom plastične deformacije koje dovode do naslaga duž traga zrna i tečenja materijala ispod zrna i iza njegove ledne površine. Stvaranje strugotine uspostavlja se pri kritičnoj (graničnoj) dubini prodiranja zrna kada dolazi do odvajanja blokova nejednakog oblika i dimenzija (sl. 1). Analizirajući uticaj sredstva za hlađenje i podmazivanje na promenu kritične dubine prodiranja zrna,

¹⁾ Prof. dr Ljubodrag Tanović, ltanovic@alfa.mas.bg.ac.yu, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 27.marta 80, 11000 Beograd



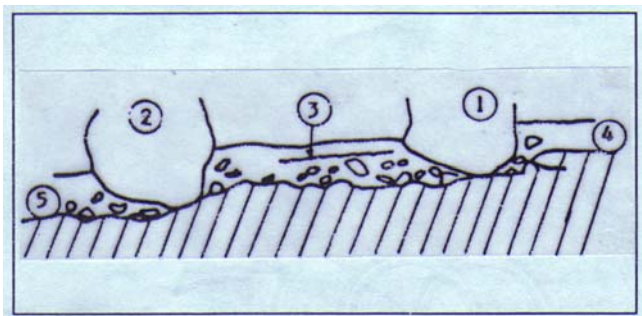
zaključuju da sa smanjenjem koeficijenta trenja nastaje strugotina manje debljine. Nadalje, dijamantsko zrno većeg radijusa zaobljenja pospešuje tečenje materijala i dovodi do smanjenja stvarne dubine rezanja.

Slika 1. Faze formiranja strugotine:

I-elastične deformacije, II-elastične i plastične deformacije, III-stvaranje strugotine, a-stvarna dubina rezanja, a_g -granična dubina prodiranja zrna

Salje E., Mohlen H., na osnovu karaktera habanja dijamantskog zrna i veziva pretpostavljaju da pri obradi keramike proizilazi više gnječenje i paranje površine nego li skidanje strugotine u klasičnom smislu. Ovakav mehanizam obrazovanja strugotine uslovljen je velikom krtošću materijala. Po njima, kao i pri obradi metala prodiranje dijamantskog zrna se izvodi u tri faze. Odlučujuće za formiranje strugotine je kontaktno naprezanje između zrna i materijala. Odvajanje strugotine (krzanje) može usloviti i neznatnu eroziju veziva pri bušenju.

Inasaki I., je upoređivao obradu krto i žilavog materijala dijamantskim zrnom i konstatovao da se pri obradi krto materijala obrazuje tankodisperziona strugotina različitog oblika. Pojava ove strugotine se objašnjava obrazovanjem prskotina a pri tome debljina strugotine može biti veća od dubine rezanja (sl. 2).



Slika 2. Model obrazovanja strugotine pri brušenju keramike (1,2-abrazivno zrno, 3-izlomljena strugotina nakon prolaska po obrađivanoj površini prethodnog zrna, 4-neobrađena površina, 5-obrađena površina)

Hepworth A. A., i Thompson R., pretpostavljaju sličnost između mehanizma obrade keramike i drugih materijala uključujući i teško obradive legure titana i silicijuma.

Prins J. F., smatra da u procesu obrade keramike preovladava krto odvajanje materijala pri istovremenoj pojavi elastičnih deformacija, krzanje pojedinih zrna a takođe uspostavljanje mikroprskotina.

Thiel N. W., ukazuje da pri pravilno upravljanoj obradi keramike preovladava krzanje keramičkih zrna rezultujući dobijanju dobre topografije površine.

Pluta Z., polazi od toga da pri pritisku dva tela dolazi do uspostavljanja naprezanja i deformacija koje uslovljavaju nastanak prskotina pa time i krzanja delova ili celih zrna keramike što dovodi do krto razaranja.

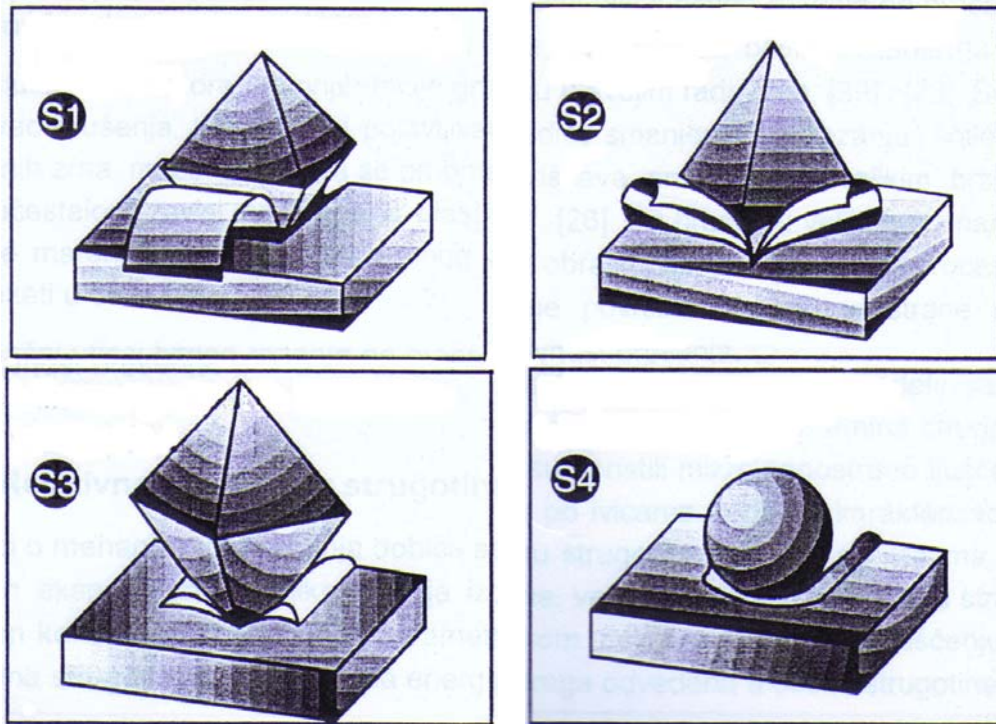
Lemener A., po njemu se keramika usled povišenih temperatura u zoni rezanja omekšava, pa time i plastično deformiše i zato se kao i drugi materijali dobro obrađuje rezanjem.

Luroe G. B., svoju teoriju o obrazovanju strugotine bazira na dubini prodiranja dijamantskog zrna u obrađivani materijal. Pri maloj dubini prodiranja prisutne su elastične deformacije i trenje a pri većoj nastaju plastične deformacije koje u datom momentu uslovljavaju nastanak strugotine.

Imanaka O., Fuyiono S., Mineta S., su upoređivali obrazovanje strugotine kod krto i žilavijih materijala i konstatovali da pri obradi krto materijala dolazi do obrazovanja tankodisperziona strugotine.

Martin K., [4] je definisao mehanizam formiranja strugotine u zavisnosti od izgleda i položaja grudne površine dijamantskog zrna, dubine i brzine prodiranja u obrađivani materijal na: trakastu, višetrakastu, nepotpuno formiranu i mikrodeformisanu po ivicama traga zrna (sl. 3). Trakasta strugotina se uspostavlja pri ortogonalnom rezanju kada je grudna površina zrna ravna i upravna na pravac relativnog kretanja zrna. Kako je abrazivno zrno nepravilnog oblika i proizvoljne orijentacije, to pri njegovom prodiranju dolazi do procesa tečenja materijala sa strane zrna, nastanka višetrakaste strugotine i

uspostavljanja naslaga po ivicama traga a u zavisnosti od brzine i dubine prodiranja dijamantskog zrna. Kao posledica rasporeda zrna u tocilu i različite dubine prodiranja u obrađivani materijal, prisutna su sva četiri vida formiranja strugotine.

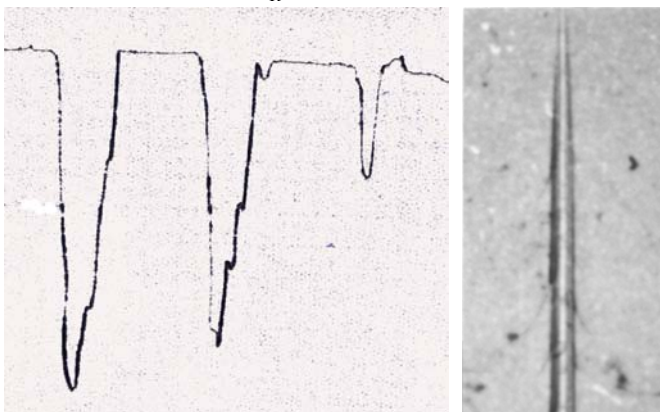


Slika 3. Različiti vidovi strugotine: S1-trakasta, S2-višetračakasta, S3-nepotpuno formirana, S4-mikrodeformisana (naslage)

3. RELATIVNA ZAPREMINA STRUGOTINE I SPECIFIČNA ENERGIJA MIKROREZANJA

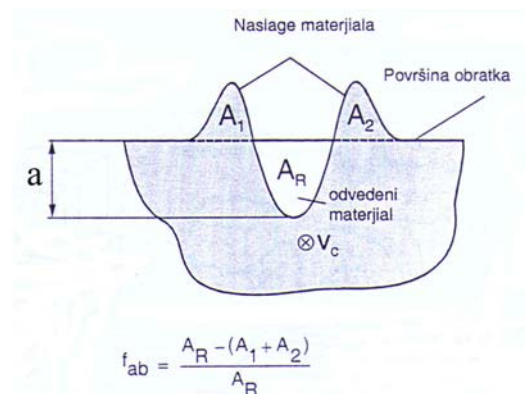
Potpunija slika o procesu mikrorezanja može se dobiti na osnovu vrednosti relativne zapremine strugotine i specifične energije mikrorezanja. Gahr K. H., Mewes D., [1] definišu relativnu zapreminu kao odnos između zapremine strugotine i zapremine traga reznog zrna (sl. 4):

$$f_{ab} = \frac{A_R - (A_1 + A_2)}{A_R}$$



a)

b)



$$f_{ab} = \frac{A_R - (A_1 + A_2)}{A_R}$$

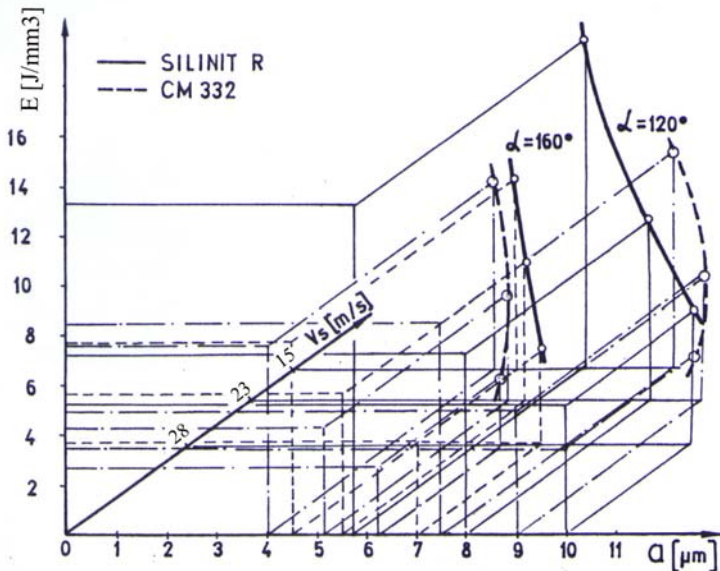
Slika 4. Tragovi mikrorezanja keramike B3 (oksidno-karbidna keramika) (a), i teorijski izgled traga zrna (b)

Za idelano mikronepotpuno formiranu strugotinu je $f_{ab}=0$, što ukazuje da nije došlo do stvaranja strugotine već se materijal plastično deformisao u vidu naslaga po ivicama kanala. U slučaju $f_{ab}=1$, reč je o idealnom mikrorezanju (ljuštenju) strugotine koji ukazuje da se celokupna zapremina traga rezanja odvodi u vidu strugotine. Relativnu zapreminu strugotine ima smisla posmatrati u određenoj fazi rezanja jer ona nije konstantna na celoj dubini rezanja.

Specifična energija mikrorezanja predstavlja odnos potrebne energije rezanja za odgovarajuću zapreminu sknutog materijala i može se izračunati kao količnik tangencijalne komponente rezanja (F_t) i odgovarajuće površine poprečnog preseka traga rezanja (A_R):

$$E = \frac{F_t}{A_R}$$

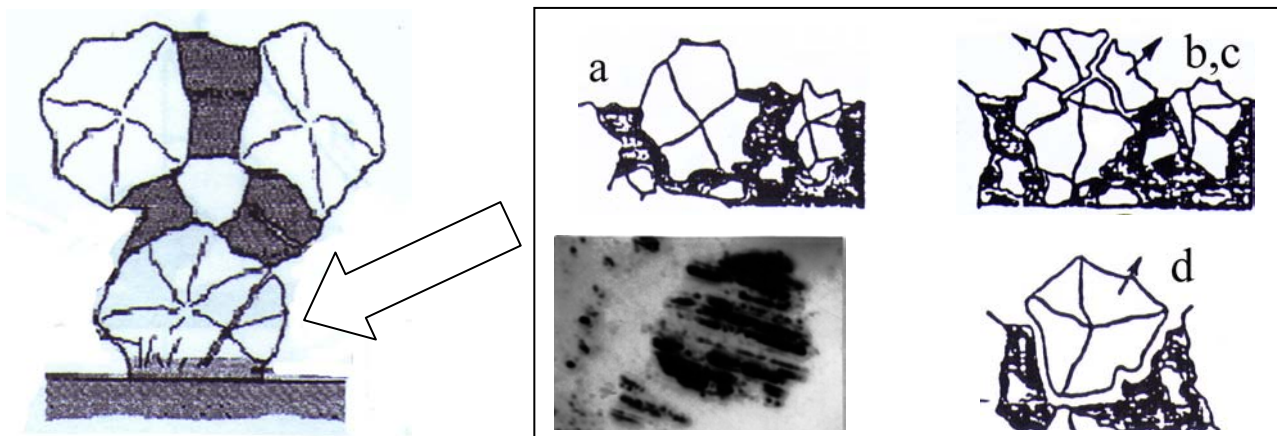
Specifičnu energiju rezanja ima smisla definisati samo pri konaktu abrazivnog zrna sa obrađivanim materijalom. Na sl. 5 je prikazana promena specifične energije mikrorezanja oksidne CM 332 i nitridne keramike – SILINIT R. Evidentno je da je za mikrorezanje pri većim brzinama rezanja potrebna manja energija za skidanje strugotine u odnosu na manje brzine.



Slika 5. Promena specifične energije pri mikrorezanju keramike CM332 i Silinit R ($v_s=15-23-28$ m/s, α -ugao vrha dijamantskog zrna)

4. HABANJE DIJAMANTSKOG ZRNA

Režno svojstvo dijamantskog zrna definisano je kvalitetom (markom) dijamanta, položajem i stabilnošću u vezivu kao i fenomenima kontakta sa obrađivanim materijalom. Na osnovu dosadašnjih istraživanja usvajaju se vidovi habanja zrna (sl. 6).



Slika 6. Vidovi habanja dijamantskog zrna

- Uspostavljanje površina habanja na zrnu koja uslovljavaju porast komponenti otpora rezanja i parametara habanja
- Krzanje (odvaljivanje čestica zrna)
- Drobljenje
- Izvaljivanje čestica ili delova zrna iz vezivnog materijala u trenutku kada opterećenje po zrnu pređe graničnu vrednost učvršćenja.

Dijamantska zrna manje tvrdoće i čvrstoće sklonija su krzanju i obnavljanju reznih sečiva čime se poboljšava kvalitet obrađene površine.

Povećanje krupnoće zrna uslovljava porast komponenti otpora rezanja i hrapavosti obrađene površine što se objašnjava smanjenjem broja dinamičkih zrna po jedinici površine tocila. Manji broj dinamičkih zrna dovodi do većeg preseka reznog sloja a time i porasta komponenti otpora. Prevlačenje dijamantskih zrna najčešće se izvodi staklom (S), metalom (M) i kompozitom (K) a u cilju smanjenja relativnog utroška dijamanta.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize tragova nastalih od procesa mikrorezanja izdvojenim dijamantskim zrnom moguće je uspostaviti hipotezu o fazama formiranja strugotine pri obradi keramike. Kao posledica velike krtosti keramike, uspostavljanje plastičnih deformacija praćeno pojavom mikro i makro prslina koje se međusobno spajaju i prouzrokuju odvaljivanje materijala u vidu blokova neodređenog oblika i dimenzija. Sve uspostavljene prsline se mogu razvrstati u tri grupe: radijalne, bočne i prodorne. Radijalne prsline nastaju na površini keramike kao posledica kretanja zrna i naprezanja u materijalu. Bočne prsline se iniciraju tokom rasterećenja pri dnu zone plastičnog deformisanja i šire se bočno u ravni skoro paralelnoj površini uzorka. Prodorne prsline se javljaju ispod zone plastičnog deformisanja u pravcu dejstva normalne komponente sile rezanja.

Treba naglasiti da unutar keramičkog materijala postoje defekti koji se manifestuju kroz: dislokacije, deformacije, defekte rešetke i primese, granice među zrnima, taloženje u zrnima a takođe segregacije po granicama zrna i primese u zrnima u vidu tvrdih rastvora.

Sve navedeno ukazuje na kompleksnost procesa obrade keramike gde troškovi obrade iznose između 40-70% troškova proizvoda. Na kraju treba znati da je u zavisnosti od pravca brušenja prisutna i promena zatezne čvrstoće keramičkog izradka a time i anizotropija čvrstoće kao važno svojstvo koje se mora uzeti u obzir pri projektovanju proizvoda.

6. LITERATURA

- [1]. Brinksmeier E., Chip Formation Mechanisms in Grinding at Low Speeds, Annals of the CIRP, vol. 52/1, 2003., p. 253-258.
- [2]. Konig W., Klocke F., Fertigungsverfahren, Band 2., Schleifen, Honen, Lappen, VDI-Verlag, Dusseldorf, 1996.
- [3]. Malkin S., Hwang T. W., Grinding Mechanisms for Ceramics, Annals of the CIRP, vol. 45/2, 1996., p. 569-580.
- [4]. Martin K., Handbuch zur praktischen Anwendung, Guehring Automation GmbH, Steffen-Frohnstetten, 1992.
- [5]. Tanović LJ., Kalajdžić M., Ryzhov E. V., Chip Formation in Microcutting Ceramics, Journal of Superhard Materials, Allerton Press, New York, vol. 19, 1997, p. 22-25.
- [6]. Tanović M. L., Obrabativaemost keramičkih materialov, Tehnologičeskoe upravljenje kačestvom povjerhnosti detaljej mašin, Zbornik radov, Kiev, 2003., s. 234-241.
- [7]. Tanović LJ. M., Defekti vznikajušćie pri obrabotke keramiki, Inženeria poverhnosti i renovacia izdelej, 3. meždunarodnaja tehničeskij konferencii, Jalta, 2003., s. 223-229

MICROCUTTING CERAMIC MATERIALS

Resume

This paper is based on the number of hypotheses regarding stages of scrapings formation during the ceramics material processing, with special attention to the spotted processes. In order to make complex consideration of the occurred phenomena there proceeded the process of micro-cutting using the separated diamond grain on samples of oxido-carbide and nitrite ceramics. The vital precondition for quality grinding of ceramics materials is knowledge about phenomenas established in the process of grinding mainly in the surface layer of ceramics.

Key words: microcutting, diamond, ceramics, crack, grinding wheel

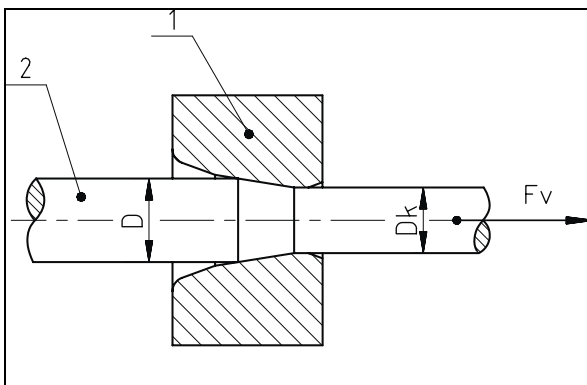
V. Mandić, M. Živković, M. Petrović, S. Vulović¹

ANALIZA PROCESA VUČENJA – EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA I FEM SIMULACIJA

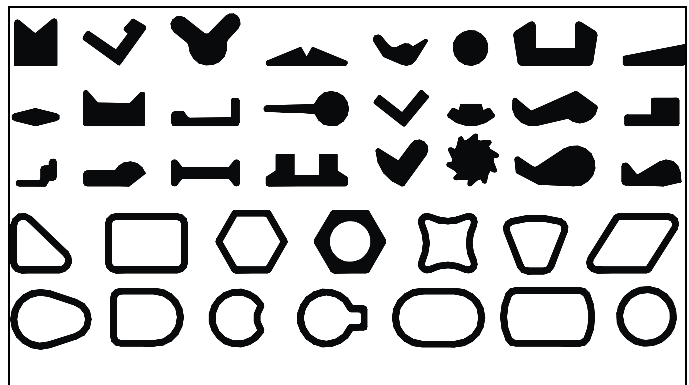
Rezime: U radu su prikazani rezultati eksperimentalnog istraživanja procesa vučenja mesinga CuZn37. Isti proces analiziran je numerički, primenom metode konačnih elemenata, i to korišćenjem dva programska paketa. Prvi, CAMPform 2D, je razvijen na bazi termo-kruto-viskoplastičnog pristupa u analizi, a drugi, PAK, na bazi elasto-plastičnog pristupa. Svi ulazni parametri procesa su isti kao u eksperimentu. Na kraju je data uporedna analiza dobijenih rezultata.

1. UVOD

Pod vučenjem metala podrazumeva se plastična prerada metala i legura u hladnom stanju iz koje se dobijaju šipke, žice i cevi okruglog, ili nekog drugog, poprečnog preseka. Suština procesa je u provlačenju metalnog proizvoda (2) silom vučenja F_v kroz profilisani otvor matrice (1) od tvrdog metala, čelika ili dijamanta u cilju dobijanja željenog oblika i dimenzija (slika 1).



Slika 1- Principijelna šema vučenja



Slika 2 - Neki od oblika dobijenih vučenjem

Dimenzija prednjeg kraja proizvoda koji se vuče mora biti manja od dimenzije otvora matrice, zbog čega se izvodi tzv. izrada zahvata. Kada su u pitanju puni profili izrada zahvata se obično izvodi rezanjem, kovanjem u toplom ili hladnom stanju i valjanjem na valjcima sa kalibrima promenljivog preseka. Izrada zahvata na cevima se obično vrši kovanjem.

U cilju smanjenja trenja između dodirnih površina metala i matrice u otvor matrice se uvodi mazivo. Ovim se umanjuju gubici potrebne energije za vučenje, omogućuje dobijanje kvalitetnije površine vučenog proizvoda, znatno smanjuje habanje matrice, a takođe omogućuje realizacija procesa sa većim stepenom deformacije. Vučenjem se prerađuje širok asortiman metala i legura, kao što su: tehnički čisto gvožđe, čelici, većina obojenih metala i legura. Tehnologijom vučenja moguće je dobiti veoma veliki broj različitih profila (slika 2).

Vučenje je kvazistacionaran process, tj. polje brzina je u toku procesa konstantno. Prilikom izvlačenja izdužuju se metalna zrna i struktura postaje igličasta. Ove promene strukture uzrokuju promene mehaničkih osobina materijala.

¹ Dr Vesna Mandić, dipl.inž, docent Mašinskog fakulteta u Kragujevcu, e-mail: mandic@kg.ac.yu
Dr Miroslav Živković, dipl.inž, vanredni prof. Mašinskog fakulteta u Kragujevcu, e-mail: zile@kg.ac.yu
Miodrag Petrović, dipl.inž., Valjaonica bakra Sevojno, e-mail: lckalja@ptt.yu
Snežana Vulović, dipl.inž, saradnik Mašinskog fakulteta u Kragujevcu, e-mail: vsneza@kg.ac.yu

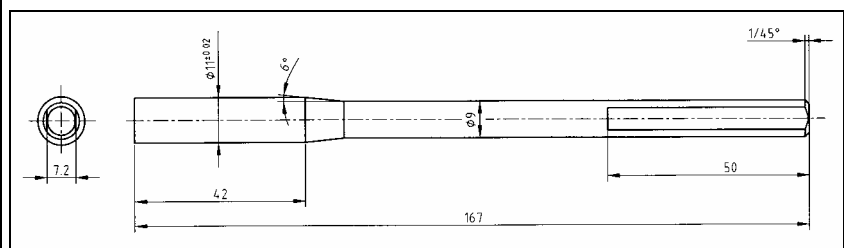
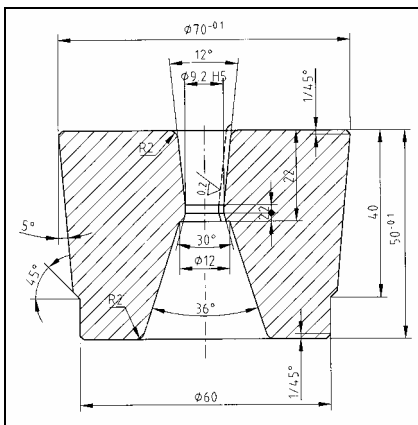
2. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

Za realizaciju eksperimenta vučenja korišćen je pribor za zatezanje montiran na univerzalnoj hidrauličnoj mašini za ispitivanje limova ERICHSEN 142/12, (v. sl. 3). Za eksperiment je korišćen opseg glavnog dejstva 0-130 kN, pri čemu je matrica za vučenje, prikazana na slici 5, postavljena u specijalni držač, koji je potom pričvršćen na pribor za zatezanje, slika 4. Sam postupak vučenja je realizovan na taj način što je na radni deo epruvete za vučenje od mesinga CuZn37, slika 6, nanošeno mazivo (polusintetičko ulje Tubol 203), epruveta potom provlačena kroz matricu, da bi mogla svojim flahovanim krajem biti uhvaćena steznom čeljusti. Brzina vučenja je 100 mm/min, dok je hod vučenja 60 mm. Slika 7 prikazuje izgled epruveta pre i nakon vučenja.

U toku eksperimenta registrovana je sila vučenja u zavisnosti od hoda. Za to je korišćen softver LABTECH CONTROLpro, namenjen akviziciji podataka sa davača hoda i sile, preko AD konvertora. Sama mašina poseduje ugrađen davač sile, dok je za registrovanje hoda korišćen davača hoda čiji je jedan kraj fiksiran za pokretni ram uređaja za zatezanje, a drugi za nepokretni deo istog uređaja. Signali sa davača sile i hoda su direktno preko pojačivača-ispravljača (specijalno napravljenog za potrebu pojačanja signala sa davača sile i hoda), AD konvertora i softvera za praćenje procesa unošeni u računar, i trajno zapisivani.



Slika 3 - Eksperimentalna oprema za eksperiment vučenja **Slika 4 - Matrica i držač na priboru za zatezanje**



Slika 5- Matrica za vučenje

Slika 6. Crtež epruvete



Slika 7 - Epruvete od mesinga, pre i nakon vučenja

3. CAMPform FEM SIMULACIJA

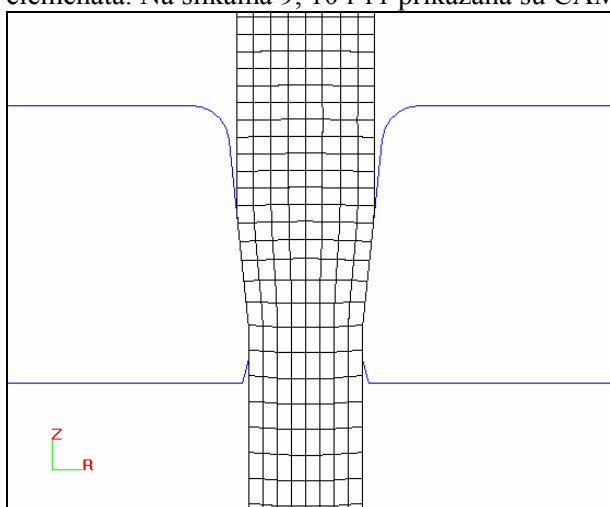
Numerička simulacija procesa vučenja mesinga je izvedena korišćenjem CAMPform 2D programskog paketa, koji je namenjen FEM analizi procesa zapreminske obrade deformisanjem, u hladnom i toplom stanju. Program je razvijen u KAIST institutu [1]. Programski paket sadrži modul za proračun, grafički korisnički interfejs (GUI), koji se sastoji iz pre-procesora i post-procesora, i AMG modul za automatsko generisanje i regenerisanje mreže.

Modul za proračun je na bazi metode konačnih elemenata sa termo-krutoviskoplastičnim pristupom, koji je razvio Kobayashi i ost. [2]. Ovaj pristup je u suštini objedinjena procedura rešavanja jednačina ravnoteže i jednačina energije, u kojima je korišćen kruto-viskoplastični konstitutivni model, sa Mises-ovim kriterijumom tečenja. AMG modul, za automatsko generisanje i regenerisanje mreže, implementiran je u CAMPform 2D. Za automatsko generisanje četvorougaoih elemenata mreže koriste se algoritmi "paving" i "looping", opisani u radovima [3], [4], respektivno. CAMPform 2D koristi dva kriterijuma za početak *remeshing*-a, ili nivo iskrivljenosti četvorouglih elemenata, definisan preko maksimalnog ugla u četvorouglu (npr. 160°), ili proverom interferencije čvorova elemenata FE mreže sa alatom, što zavisi od samog problema procesa. Korisnik interaktivno definiše uslov početka *remeshing*-a i maksimalni broj ili orjentacionu veličinu elemenata nove mreže.

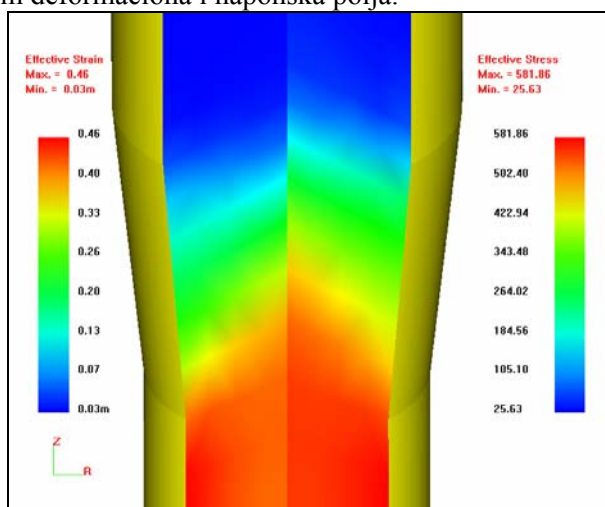
U FEM analizi i simulacija procesa vučenja zadati su uslovi obrade koji u potpunosti odgovaraju sprovedenim eksperimentalnim istraživanjima. Za materijal priprema zadata je kriva tečenja u sledećem obliku:

$$\sigma = 861.5 \phi^{0.511}, \text{ MPa} \quad (1)$$

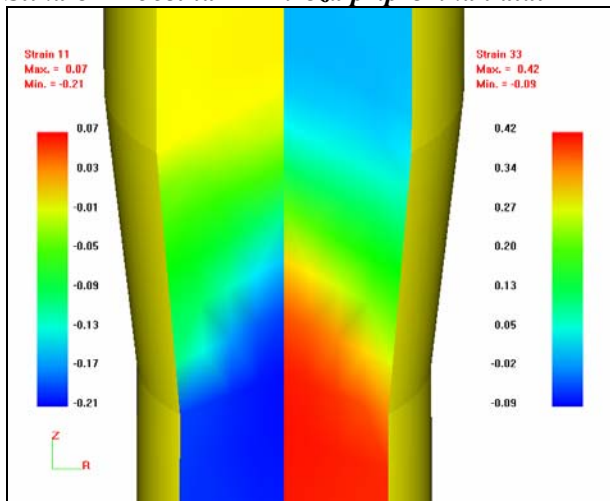
Uslovi kontaktnog trenja su zadati preko faktora trenja $m=0.078$, čija je vrednost određena RING TEST metodom [5]. Brzina deformisanja je 0.166mm/s. Geometrija alata i priprema su zadate u CAMPform editoru. Na slici 8 su prikazane ove geometrije, kao i početna FE mreža priprema, sa 510 četvorougaoih elemenata. Na slikama 9, 10 i 11 prikazana su CAMPform deformaciona i naponska polja.



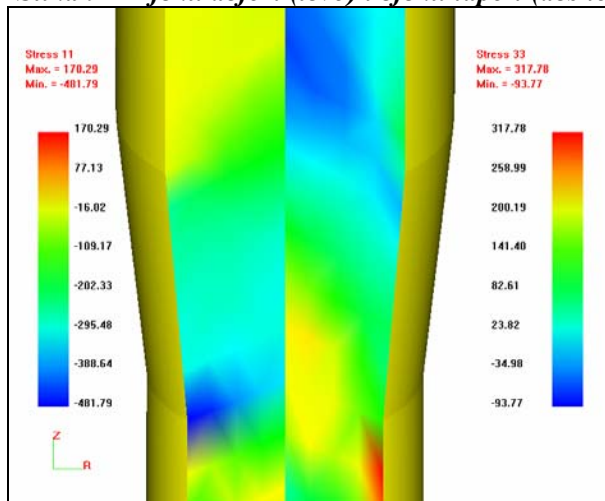
Slika 8 – Početna FE mreža priprema i alat



Slika 9 – Efekt defor. (levo) i efekt.napon (desno)



Slika 10-Radijalna (levo) i aksijalna (desno) deform.



Slika 11-Radijalni (levo) i aksijalni (desno) napon

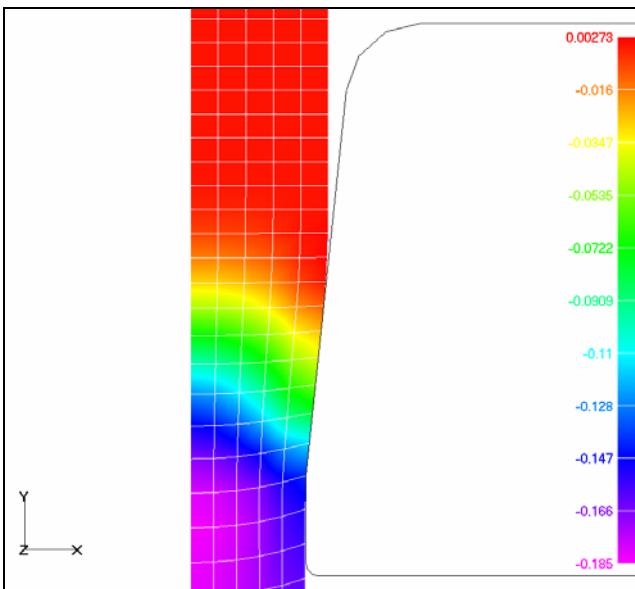
4. PAK FEM SIMULACIJA

Programski paket PAK, razvijen na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu u Laboratoriji za inženjerski softver, namenjen je FE simulaciji linearnih i nelinearnih 2D i 3D problema [6]. Razvijen je na bazi elasto-plastičnog pristupa u analizi, za izotropni materijal sa plastičnim ojačanjem [7]. Za materijal važi *Mises-ov* elasto plastični model sa mešovitim ojačanjem, *Ramberg-Osgood-ov* model sa multi-lenarnom krivom tečenja .

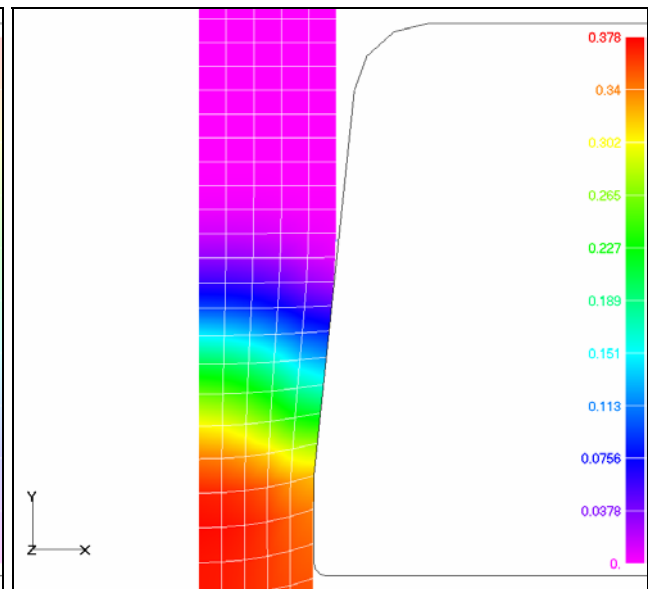
Prbleem je aksijalno simetričan (geometrija, opterećenja i granični uslovi simetrični u odnosu na osu y) i pogodan je za modeliranje osnosimetričnim 2D elementima. MKE model se sastoji od 500 četvoročvornih osnosimetričnih elemenata, a mere priprema odgovaraju eksperimentu. Kontaktno trenje definisano je Kulonovim zakonom trenja, $\mu=0.045$. Proces vučenja je simuliran zadatim konstantnim priraštajima pomeranja, koji odgovaraju eksperimentalnoj brzini deformisanja. U modalnoj analizi zadaju se samo elastične karakteristike (modul elastičnosti $E=110000$ MPa, *Poisson-ov* odnos $\nu=0.35$). Kriva tečenja za mesing je zadata u sledećem obliku

$$\sigma = 116.8 + 851\varepsilon^{0.753}, \text{ MPa} \quad (2)$$

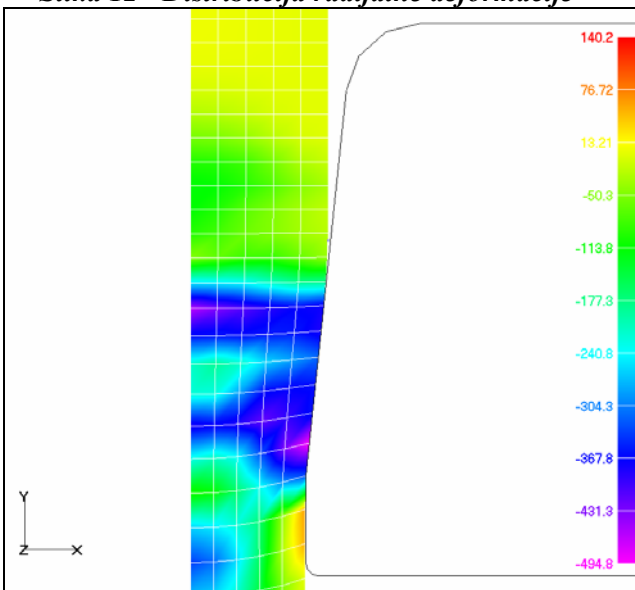
Kriva tečenja za mesing je određena testom pritiskivanja, pa su matematički oblici (1) i (2), samo različite aproksimacije eksperimentalno određene krive tečenja. Na slikama 12, 13, 14, 15 i 16 prikazana su deformaciona i naponska polja u deformacionoj zoni vučenja, dobijena PAK analizom.



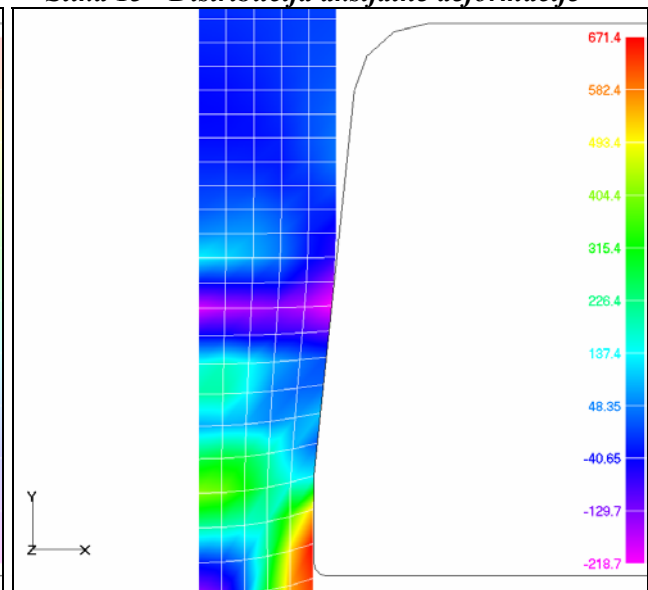
Slika 12 - Distribucija radijalne deformacije



Slika 13 - Distribucija aksijalne deformacije

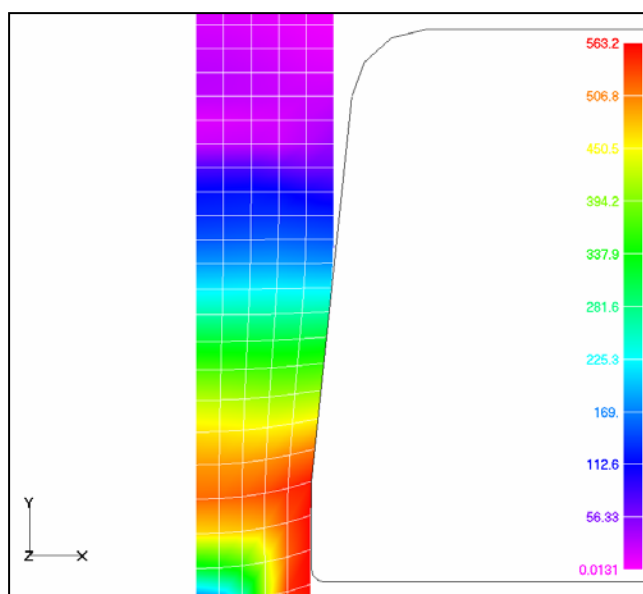


Slika 14 - Distribucija radijalnog napona



Slika 15 - Distribucija aksijalnog napona

5. ANALIZA REZULTATA



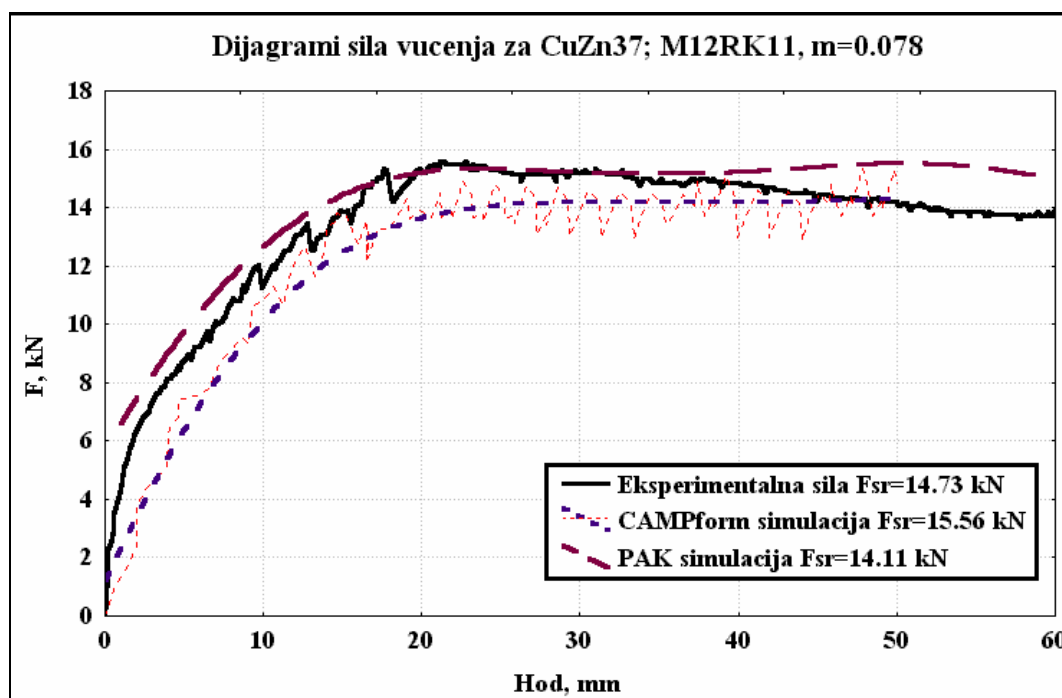
Slika 16 - Distribucija efektivnog napona

Prikazani rezultati FEM analiza procesa vučenja, u vidu distribucija deformacionih i naponskih polja u deformacionoj zoni, pokazuju sasvim zadovoljavajuću podudarnost. Ona se posebno ogleda u distribucijama polja radijalne i aksijalne plastične deformacije. Geometrije alata i priprema su iste u CAMPform i PAK simulaciji, pa su i plastične deformacije u delu priprema koji prolazi kroz matricu za vučenje, iste.

S obzirom da su primenjeni različiti materijalni modeli (kruto-viskoplastični i elasto-plastični), kao i različiti modeli kontaktnog trenja (zakon konstantnog trenja i Kulonov zakon), neznatne razlike postoje u naponskim poljima. To je vidljivo u distribucijama aksijalnog napona, u izlaznoj zoni matrice. U toj zoni, materijal priprema ističe iz matrice, pa u tako maloj zoni radijalni naponi iz maksimalnih pritiskujućih prelaze u zatežuće naponi. Shodno uslovu plastičnog tečenja $\sigma_z - \sigma_r =$

K, aksijalni zatežući naponi imaju maksimalnu vrednost. Upravo u ovoj zoni, na samom izlaznom radijusu matrice, postoje razlike u vrednostima aksijalnog napona u CAMPform i PAK simulaciji. Očigledno da različiti materijalni modeli i načini definisanja kontaktnih problema mogu biti uzroci ovih neslaganja. Samo eksperimentalna verifikacija, preko merenja kontaktnih napona, može dati konačnu ocenu verodostojnosti prikazanih rezultata. Što se tiče deformacione zone u konusu matrice, distribucije radijalnog i aksijalnog napona u obe, CAMPform i PAK FEM analize, pokazuju dobru podudarnost procenjenih vrednosti napona.

Jedan od načina verifikacije rezultata FEM analize je upoređenje eksperimentalne deformacione sile sa FEM procenom iste. Na slici 17 prikazan je uporedni dijagram deformacionih sila: eksperimentalna, CAMPform i PAK.



Slika 17 - Uporedni dijagram deformacionih sila

U obe FEM analize dobijeni su dijagrami deformacionih sila sa tzv. "šumom", koji je posledica definisanja kontakta i konvergencije rešenja. Za CAMPform simulaciju prikazana je originalna kriva i interpolaciona kriva, dobijena u STATISTICI, primenom metode najmanjih kvadrata. U PAK-u je taj "šum" znatno veći, pa nije ni prikazan, već samo interpolaciona kriva. Zato su u legendi vrednosti date srednje procenjene vrednosti maksimalnih deformacionih sila, za sve tri krive. U prvom delu procesa bolja je

podudarnost eksperimentalne i PAK krive, dobijene elasto-plastičnim pristupom, dok je u drugom delu procesa bolja podudarnost sa CAMPform krivom, pri kruto-viskoplastičnom pristupu.

U praktičnom smislu, oba pristupa svakako daju korisne informacije o procesu. Očigledno je da kruto-viskoplastični pristup u FEM analizi daje pouzdanije rezultate za distribucije napona u oblasti većih deformacija. S druge strane, elasto-plastični pristup u analizi, u oblastima deformacione zone gde se javljaju veće ukupne deformacije, može prikazati nešto veće napone od realnih, pa se preporučuje njegova primena u FEM analizi problema gde su ostvarene manje plastične deformacije.

6. LITERATURA

- [1] Y.T.Im, **A computer-aided-design system for forming processes**, Jour. of Mater. Proc. Tech, 89-90 (1999), pp. 1-7.
- [2] S. Kobayashi, S. Oh, T. Altan, **Metal Forming and the Finite-Element Method**, Oxford University Press, New York 1989.
- [3] T.D.Blacker, M.B.Stephenson, **Paving: A new approach to Automated Quadrilateral Mesh Generation**, Int. Jour. Num. Meth. Engin, Vol 32(4) (1991), pp. 811-848.
- [4] J.A.Talbert, A.R.Parkinson, **Development of an automatic, two-dimensional finite element mesh generator using quadrilateral elements and beyier curve boundary definition**, Int.Jour.Num.Meth.Engin. 29 (1990), pp. 1551-1567.
- [5] V. Mandić, **Fizičko modeliranje i numerička simulacija kao osnova novog koncepta projektovanja alata za toplu zapreminsku obradu**, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2002.
- [6] Kojić M., Živković M., Slavković R., Grujović N., **PAK - Finite Element Program for Linear and Nonlinear Structural Analysis and Heat Transfer**, Faculty of Mechanical Engineering University of Kragujevac, Yugoslavia, 1996.
- [7] Kojić M., Živković M., Slavković R., Grujović N., Vlastelica I., **A Procedure for Large strain Elastic-plastic Analysis of shells**, Computational Methods for Shell and Spatial Structures, IASS-IACM 2000, Athens, Greece 2000.

ANALYSIS OF DRAWING PROCESS - EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS AND FEM SIMULATION

***Abstract:** The results of experimental investigation of drawing process of CuZn37 brass are presented in this paper. The same process is numerically analyzed using the finite element method with application of two software packages. The first software package CAMPform 2D is developed on basis of thermo-rigid-viscoplasticity approach in analysis. The second one, PAK, is developed on basis of elasto-plasticity approach for isotropic material. All input process parameters are the same as within the experiment. The comparative analysis of obtained results is also presented.*



B. Bojović, M. Kalajdžić¹

PREDSTAVLJANJE FRAKTALA KROZ NOVU PARADIGMU U NAUCI I TEHNICI

Rezime

Spirala života na kamenom stubu koji datira iz perioda od 2500 godina pre nove ere, je samo neki od ranih fraktalnih oblika prisutnih u umetničkom izražavanju ljudske rase. Kantorova prašina, poznata od 1872. godine je prvi fraktalni oblik koji se javlja u matematici. Mandelbrot je 1975. godine imenovao i definisao fraktale. On je prepoznao fraktalne oblike u prirodi i fraktalnu prirodu u pojavama i zahvaljujući njegovom radu, ovi prelepi oblici su postali vrlo korisni i široko primenljivi u svim oblastima nauke. U ovom radu se navode neki od rezultata iz sledećih oblasti: tehnologija površina, kontaktna mehanika i FEM analize. .

Ključne reči: *Fraktalna geometrija, tehnologija površina, kontaktna mehanika*

1. UVOD

Tradicionalni zadatak nauke je bio da shvati prirodu, definiše prirodne zakone, a zatim da te iste zakone upotrebi kao sredstvo kojim će upravljati prirodom. Nauka se danas suočava sa prefinjenim haosom koji vlada u prirodi. Naučnici su zastrašujuće neobuzdanu reč haos preveli u nedovoljno savladan, ali pojmljiv nelinearni dinamički sistem. Prirodom vladaju komplikovani dinamički sistemi koji su određeni svojim uticajnim faktorima. Dinamički sistemi su toliko osetljivi, da i zanemarljivi faktori imaju veliki uticaj. Ako bismo mogli spoznati sve uticajne faktore, čiji je broj praktično beskonačan, mogli bismo predikovati njihov učinak. Primenom računara naučnici mogu "videti" haos, shvatiti njegove zakone, ali ipak ne mogu tačno predikovati ponašanje ili upravljati haosom.

Čudni atraktori, koji predstavljaju prelaznu zonu pri kretanju dinamičkih sistema od uredenog ka haotičnom stanju, su fraktali. Fraktal je neologizam. Reč fractal je iskovao Mandelbrot (*Mandelbrot*) od latinskog prideva "*fractalus*", što znači izlomljen, nepravilan [49]. Fraktal je, prema definiciji, skup čija je Hausdorff-Besikovićeveva (*Hausdorff-Besicovitch*) dimenzija uvek veća od topološke [26]. Fraktali su apstraktni objekti preko kojih se izražavaju fizički ili matematički koncepti, a za koje važe tri osnovne karakteristike, a to su razlomljena, tzv. fraktalna dimenzija, samo-srodnost, tj. invarijantnost na promenu razmere i trascendentni zakon zavisnosti između dve promenljive.

Iako istorija fraktala počinje 1975. godine kada su definisni, fraktali su kao čudni oblici prisutni od davnina. Na primer, oblik koji je poznat kao trougao Serpinskog je primećen na tavanicama i podovima italijanski crkava. Različiti fraktalni oblici se nalaze i u drugim vidovima umetnostima drevnih naroda npr. spirala života na kamenim stubovima 2500. godina pre nove ere, drevne tibetanske mandale, kolami indijskih starosedelaca. Godina koja se vezuje za prvu pojavu fraktalnih oblika matematici je 1872, kada je nastao skup poznat pod nazivom Kantorova prašina. Usledili su i ostali, tada zvani patološkim oblicima i matematičkim monstrumima. Iako je u XIX veku uvedena ideja o fraktalima u matematičkim časopisima i literaturi, kao i mnoge druge revolucionarne ideje, nije prihvaćena. Mandelbrot je prepoznao fraktalne oblike u prirodi i fraktalnu prirodu u pojavama i zahvaljujući njegovom radu, ovi neumereno lepi oblici su postali vrlo korisni i široko primenljivi. Računar je omogućio da fraktalna geometrija postane rešenje za zagonetke prirode.

¹ mr Božica Bojović, dipl.inž.maš., e-mail: bbojovic@mas.bg.ac.yu
Prof.dr Milisav Kalajdžić, dipl.inž.maš., mkalajdzic@mas.bg.ac.yu
Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 27. marta 80.

Nauka uključuje određeni stepen apstrakcije realnog. Euklidska geometrija sa svoje tri dimenzije i pristupom koji uočava samo kvantitativnu stranu stvari, nije uspela da preko tačke, prave i ravni opiše prirodu. Geometrija prirode ima fraktalno lice, a fraktalna struktura prirode ukazuje da se priroda vrti na granicama haosa. Kao alternativni pristup, fraktalna geometrija omogućava razumevanje kompleksnosti prirode. Zato je fraktalna geometrija nezaobilazna, u smislu određivanja fraktalne dimenzije, generisanja fraktala primenom iterativnog postupka i otkrivanja fraktalnih svojstava procesa i objekata uspostavljanjem transcendentne zavisnosti između relevantnih fizičkih veličina.

Autori ovog rada, iako poštuju nepokornost prirode, podležu ljudskoj radoznalosti i težnji ka razumevanju njenih zakona. Početni interes za kvalitet obrađenih površina uz uočene nedostatke parametarskog metoda u tehnologiji primene [3], se preslikao u alternativni pristup u oblasti mašinstva, konkretno u primenu fraktalne geometrije u tehnologiji površina [1]. Kvalitet obrađenih površina, definisan klasom površinske hrapavosti se određuje preko parametara hrapavosti definisanih standardom. Parametarski metod, koji preko brojnih parametara usrednjava svojstva ispitivane površine, ne daje sliku o izgledu obrađene površine. Takođe, dosadašnji tradicionalni pristup ne daje osnovu za adekvatno modeliranje obrađene površine. S namerom da se doprinese boljem modeliranju obrađene površine u okviru [1], je uveden alternativni pristup u identifikaciji i modeliranju primenom fraktalne geometrije.

Nezaobilazna hrapavost obrađenih površina je uslovlila prelaz sa kontaktne površine na mnoštvo raštrkanih kontaktnih zona, koje podsećaju na ostrvski arhipelag [5]. Ostrvski model kontaktne zone je omogućio uvođenje fraktalnih parametara, na osnovu kojih se mogu porediti kontaktne zone obrađenih površina sa različitom hrapavošću, ili pratiti razvoj fraktalne dimenzije date površine tokom čitavog procesa opterećenja, ili predvideti ponašanje obrađenih površina u kontaktu.

Metoda konačnih elemenata (FEM) koja je prvobitno razvijena za analizu i rešavanje problema u elastičnom području, danas se uspešno primenjuje u rešavanju najsloženijih inženjerskih problema, uključujući i kontaktne probleme. Fraktali daju sasvim novu dimenziju analize kontakta primenom FEM-a. Fraktalna geometrija ima primenu u modeliranju profila obrađene površine, koji se potom diskretizuje [34] i analizira neophodnim komercijalnim FEM softverskim paketima.

2. RASPROSTRANJENOST FRAKTALNOG PRISTUPA

Bez namere da se nabroje sve oblasti u nauci, slabo ili nedovoljno objašnjene pojave ili neovladani procesi, u kojima je fraktalni pristup našao primenu, autori navode samo neke, njemu zanimljive primere iz različitih disciplina, a na osnovu [78].

Skulptori, pisari, astronomi i arhitekta drevnog naroda srednje Amerike Maja, su najčešće koristili fraktalne oblike čija je fraktalna dimenzija 1,91. Sistem od preko hiljadu akupunkturnih tačaka na koži ima fraktalnu strukturu samo-srodnu obliku zrelog fetusa. Kreativni procesi u ljudskom mozgu se opisuju čudnim atraktorima, tj. fraktalima. Praćenjem promene vrednosti fraktalne dimenzije tumora na mozgu, mogu se dati sigurne dijagnoze u smislu rasta ili stagnacije tumora. Uočena fraktalna svojstva dendritske strukture, sistema krvotoka, rožnjače oka, niza DNK ili fluktuacija otkucaja srca, su samo neki od ranih primera primene fraktalne geometrije u medicini. Modeliranje prirodnih oblika, kao što su biljke, oblaci ili reljef tla, predstavlja uspešno "hvatanje" samo-sličnosti u prirodi jednostavnim matematičkim formulama. Te se formule iterativnim postupcima (IFS ili L-sistemi) pretvaraju u fraktalne modele. Predviđanje promena na berzi ili širenja požara u mediteranskom regionu primenom fraktalnih algoritama, samo dopunjuju lepezu primera.

Program međunarodne konferencije FRACTAL 2004, koja se održala početkom aprila u Vankuveru obuhvata primenu fraktala u biologiji, medicini, inženjerstvu, ekonomiji i sociologiji. Autor izdvaja oblasti zanimljive mašinskim inženjerima: celularni automati, fraktalne površine, fraktali i haos u obradi signala, analiza i sinteza slike, nelinearni dinamički sistemi i turbulencija.

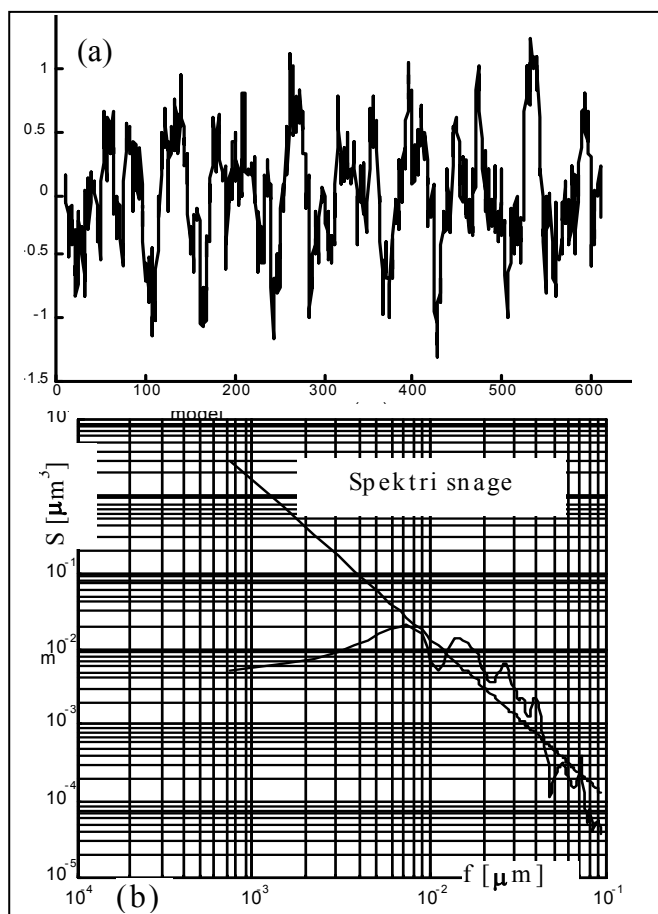
Takođe, uvid u naslove iz renomiranih međunarodnih časopisa poslednjih decenija, pruža dobar pregled primene fraktalne geomerije u oblasti mašinstva kao što su:

- **dinamika fluida**, gde se ističu samo neki primeri, kao što su: fraktalna analiza brzine fluida pri turbulenciji [72] ili primena Wajerštras-Mandelbrotove (*Weierstrass-Mandelbrot*) funkcije u opisu fraktalne komponente turbulentne brzine [36];
- **teorija loma**, u kojoj je prisutan fraktalni mehanizam loma [7, 21, 22, 60, 79], fraktalna karakterizacija nekih pojava pri zamoru [19, 41, 45] i lomu [42, 44, 76], posebno krutih materijala [18, 56];

- **upravljanje**, u smislu primene fraktalne geometrije u nadgledanju procesa obrade [8, 85], detektovanja pravilnosti i šema u procesima preko fraktalne dimenzije [61], generisanja i upravljanja putanjom skeniranja [81], upravljanja nelinearnim sistemima [82], hibridnog pristupa adaptivnom upravljanju letelicom koji obuhvata neuronske mreže, fazi logiku i fraktalnu geometriju [52];
- **procesiranje signala**, odnosno fraktalna analiza neuređenih podataka [50], što najčešće podrazumeva određivanje fraktalne dimenzije skupa podataka [4];
- **kompjuterska grafika**, u kojoj su fraktalni algoritmi našli primenu u analizi [30, 40, 53, 69], generisanju [6] i kompresiji [31, 35, 37, 57, 63] slika, pre svega primenom iterativnih fraktalnih sistema (IFS);
- **kontaktne mehanika**, gde se kompleksnost kontaktnog problema rešava i primenom fraktalnih modela baziranih na fraktalnim svojstvima hrapave površine [13, 55, 70, 75, 84] uz eksperimentalne potvrde [17] i simulacije [34];
- **tribologija**, koja intenzivno koristi fraktalnu geometriju u fraktalnoj analizi adhezivnog habanja [16, 23, 62, 65], u opisu pohabanih površina [24, 83], karakterizaciji, modeliranju i predikciji procesa habanja [67, 68, 87] i
- **tehnologija površina** kojoj fraktalni pristup u 2D i 3D topografiji površina [2, 27, 29, 46, 47, 54] omogućava karakterizaciju [33, 38, 48, 71, 77, 86], diferencijaciju [12], modeliranje [9, 10, 11] i simulaciju [15, 48] obrađene površine, i to na osnovu fraktalne dimenzije [28, 32, 64, 66] zapisa dobijenih profilometarskim [14, 66] ili optičkim metodima [73].

Posebno se navode neki od primera neophodne primene različitih naprednih tehnika u rešavanju složenih problema: primena neuro mreža u fraktalnoj geometriji [51] i upravljanju [52]; fraktalna analiza i fazi logika u identifikaciji, modeliranju, simulaciji i ostalim inženjerskim primenama [20, 25, 52, 58]; klasifikacija inženjerskih površina kombinovanim vejtlet-fraktalnim metodom [59, 74, 80].

3. FRAKTALNA GEOMETRIJA U TEHNOLOGIJI POVRŠINA



Slika 1. Model profila obrađene površine (a) i provera adekvatnosti modela (b)

Mandelbrot je ukazao na pogodnost primene Vajerštrasove (*Weierstrass* 1875) funkcije u modeliranju reljefa, da bi poslednjih decenija XX veka ona našla primenu u modeliranju profila obrađene površine (slika 1a). Vajerštras-Mandelbrotova funkcija (WMF), kao osnova mnogih radova [2, 9, 10, 11, 47, 48, 77] omogućava karakterizaciju obrađene površine, pre svega na osnovu profilometarskim postupkom dobijenih zapisa profila.

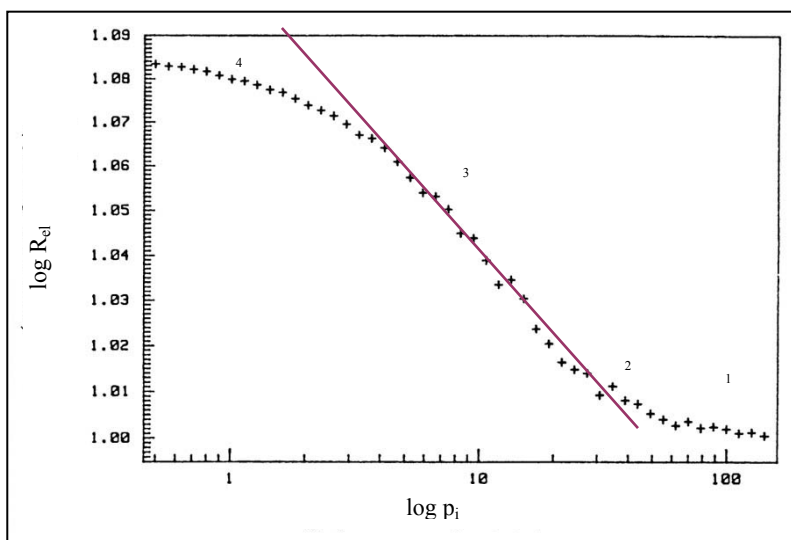
Baziran na fraktalnoj geometriji, u okviru [1] prikazan je metod, koji određuje vrednost fraktalne dimenzije na osnovu profilometrijskim metodom dobijenih podataka o profilu brušene pločice od alatne keramike. Identifikacija pobradene površine fraktalnom dimenzijom, uz spektralnu analizu zapisa profila, pruža potrebne parametre za generisanje modela primenom WMF. Osnovni parametri ove 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. Višegodišnji istraživački napor jednog od autora su bili usmereni na eksperimentalno potvrđivanje teze da je fraktalna dimenzija kao parametar pogodna za identifikaciju [2], klasifikaciju i diferencijaciju [12], kao i modeliranje [9, 10, 11]

obrađene površine. Takođe je potvrđeno [1] da je fraktalna dimenzija kao parametar hrapavosti stabilniji od konvencionalnih.

Spektar snage zapisa, kao eksperimentalni spektar i spektar snage WMF u obliku linije, prikazani na slici 1 (b), omogućavaju proveru adekvatnosti modela. Lopez (*Lopez*) i Mažamdar (*Majumdar*) su, za razliku od navedenog, koristili spektralni metod za utvrđivanje fraktalne dimenzije [47, 48] profila obrađene površine.

Braun (*Brown*) sa saradnicima [14, 15, 16] analizom zavisnosti relativne dužine profila od razmere (slika 2) izdvaja prag hrapavosti koji se javlja na mestu lokalnog minimuma krive. On predstavlja razmeru iznad koje se površine može smatrati hrapavom, odnosno on ukazuje na dužinu koju treba posmatrati tokom analize profila. Nagib linearnog dela krive je u relaciji sa fraktalnom dimenzijom. Ovde je korišćen metod konture za identifikaciju profila fraktalnom dimenzijom.

U okviru [46] predložen je i eksperimentalnim putem na primeru brušene površine proveren metod, koji procenjuje vrednost srednjeg



Slika 2. Logaritamska zavisnost relativne dužine od razmere

kvadratnog nagiba površine $S_{\Delta q}$. Za profile merene u tri različita pravca pod uglom θ su fraktalnom analizom dobijeni fraktalna dimenzija profila D i najveća amplituda Z . Preko njih su određeni spektralni momenti, odnosno srednji kvadratni nagib površine $S_{\Delta q}$. U tabeli 1 su prikazani izmereni standardni parametri hrapavosti (srednje aritmetičko odstojanje profila R_a i srednji koren nagiba profila Δ_q), određeni fraktalni parametri (D i Z), sračunati spektralni momenti (m_{20} , m_{02} , m_{11}) i procenjeni srednji kvadratni nagib površine $S_{\Delta q}$.

Tabela 1

Profil	Talysurf 5		Hommel		D	Z (μm)	m_{20}	m_{11}	m_{02}	$S_{\Delta q}$
	R_a (μm)	Δ_q	R_a (μm)	Δ_q						
$\theta=5^\circ$	0,584	0,054	0,581	0,053	1,66	5,53	$2,62 \times 10^{-3}$	$1,75 \times 10^{-3}$	$2,13 \times 10^{-3}$	0,064
$\theta=45^\circ$	0,579	0,062	0,576	0,064	1,68	7,77				
$\theta=85^\circ$	0,572	0,048	0,566	0,046	1,70	1,06				

4. FRAKTALNA GEOMETRIJA U KONTAKTNOJ MEHANICI

Osnova svih modela kontaktne površine je hrapavost obrađene površine. Zato modeli obrađenih površina bazirani na idealnim geometrijskim oblicima ne predstavljaju realnu osnovu za kontaktni problem, kao što je npr. Hertcovo (*Hertz 1882*) rešenje problema kontakta bez trenja između dva elastična homogena tela elipsoidalnog profila, na koja deluje normalno opterećenje.

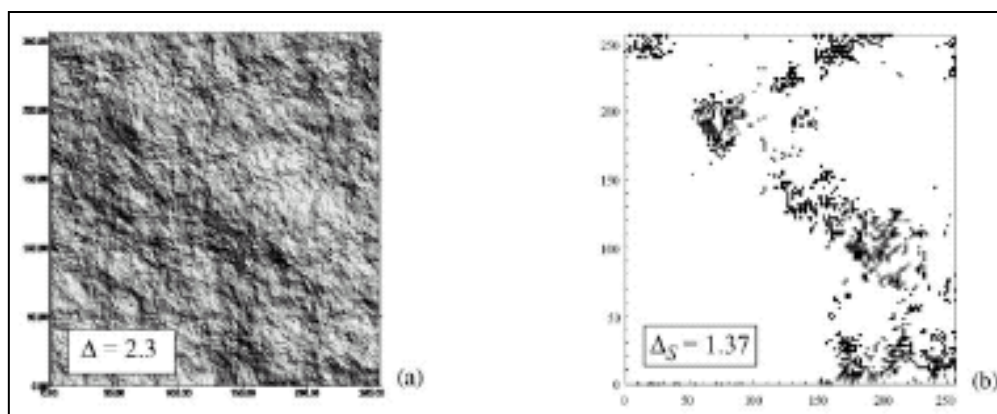
Preteča fraktalnom opisu obrađene površine je bio, uistinu proročanski, Arčardov (*Archard 1957*) rad. On je predložio da u modelu hrapave površine neravnine čine polulopte, čiji se prečnici sa uvećanjem rezolucije progresivno smanjuju. Pokazao je da je rezultujuća ukupna kontaktna površina proporcionalna naponu koji deluje uprkos nelinearnosti u Hertcovoj kontaktnoj jednačini.

Poboljšanja u eksperimentalnim metodama omogućila su merenja pod različitim rezolucijama te se transcendentni zakon promene spektralne gustine pri visokim frekvencama, javio kao važno svojstvo svake obrađene površine. Na niskim frekvencama zakon nije održiv ali se ta manjkavost vezuje za "uspešnost" primenjene metode obrade. Postojanje praktično neiscrpnog skupa sve većih rezolucija predstavlja poteškoću u teoriji modela vrhova koji su zavisni od nje. Na primer, vrednost konstante proporcionalnosti se smanjuje, a indeks plastičnosti raste sa povećanjem rezolucije. Navedeni uticaj skale i transcendentni zakon promene spektralne gustine snažno ukazuju da je fraktalni opis obrađene površine i kontaktne zone odgovarajući.

Fraktalna svojstva hrapave površine se mogu otkriti dijagramskim prikazom različitih statističkih mera profila u duploj logaritamskoj skali. Za fraktalni objekat se na dijagramu uočava linearni deo, čiji je nagib vezan za fraktalnu dimenziju objekta, a odsečak na ordinati za konstantu vezanu za amplitudu hrapavosti.

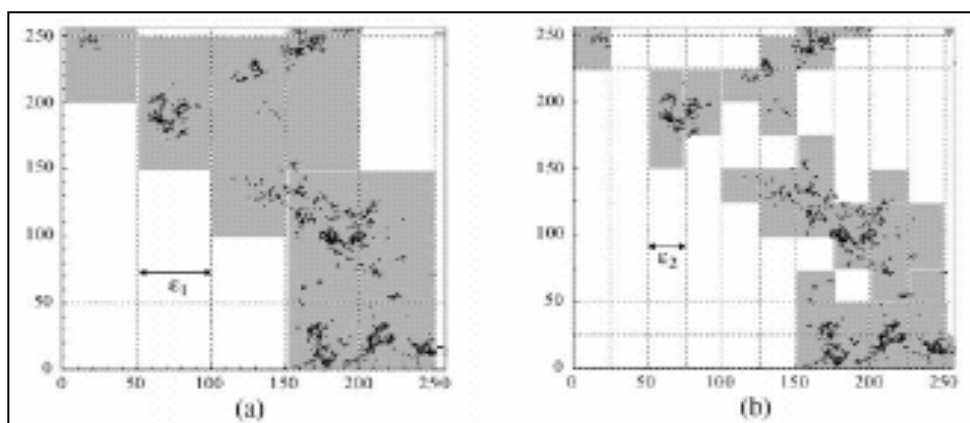
Od strane Madžamdara (*Majumdar* 1991) predloženi pristup za rešavanje kontakta fraktalnih površina, tj. obrađenih površina baziranih na Vajerštrasovoj funkciji, pruža zaključak da veličina kontaktne zone sledi transcendentni zakon ponašanja, baziran na raspodeli ostrva, koja nastaju kada se hrapava površina preseče na konstantnoj visini. Rezultati opsežnih istraživanja kontaktnih pojava ukazuju na apsurdnu situaciju, koja nastaje sukcesivnim uvećanjem rezolucije kada stvarna kontaktna površina kao suma beskonačno malih oblasti teži nuli. U slučaju modeliranja profila obrađene površine Vajerštrasovom funkcijom Čavarela (*Ciavarella* 2000) je to matematički i dokazao. Problem je prevaziđen uvođenjem novog fraktalnog modela.

U modeliranju kontakta prihvaćen je fraktalni model Bori-Bruneta (*Borri-Brunetto* 1998), kod koga raspored kontaktnih zona podseća na ostrvski arhipelag (*lacunarity set*), slika 3, koji se sa uvećanjem rezolucije razvija u mnoštvo sve manjih kontaktnih zona. U graničnom slučaju bi se kontaktna zona svela na beskonačno veliki skup infinitesimalnih površina, da nije efekta međusobne interakcije vrhova hrapave površine.



Slika 3. Sintetička površina (a) i njena kontaktna zona (b) (preuzeto iz [23])

Fraktalna dimenzija arhipelaga se određuje metodom mreže (*box-counting method*), te se naziva mrežna (*box-dimension*). Navedeni metod je jedan od najčešće primenjivanih u praksi, posebno pogodan za objekte i pojave koji se mogu vizuelizovati kao slika. Fraktalna dimenzija Δ_s se definiše kao granična vrednost količnika logaritma minimalnog broja elemenata $N(\varepsilon)$ (krugovi, sfere, kocke, a u praksi kvadrati kao najčešći elementi) potrebnih da se prekrije skup i logaritma recipročne vrednosti dužne mere ε (poluprečnik kruga ili sfere, stranica kvadrata ili kocke), prikazano na slici 4.

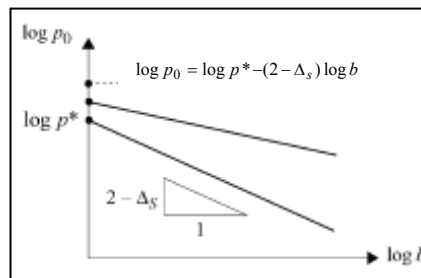


Slika 4. Metod mreže veličina skale ε_1 (a) veličina skale ε_2 (b) (preuzeto iz [23])

Zahvaljujući fraktalnoj dimenziji Δ_s moguće je upoređivati kontaktne zone obrađenih površina sa različitom hrapavošću, ili pak pratiti razvoj fraktalne dimenzije date površine tokom čitavog procesa opterećenja. Na osnovu ostrvskog modela kontaktne površine i prikazanih rezultata [23] 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 fraktalni parametar preko kog se mogu upoređivati

površine, zaključak glasi: što je fraktalna dimenzija površine veća, to je fraktalna dimenzija arhipelaga manja. Sa povećanjem rezolucije javlja se progresivno sve manja zona kontakta, jer se sve više praznina pojavljuje. Dalje, hrapavija površina omogućava veći relativni zador, tj. većom se silom mora delovati dok se ne ostvari pun kontakt. Uz to obrađena površina sa manjom fraktalnom dimenzijom čini materijal tvrdim.

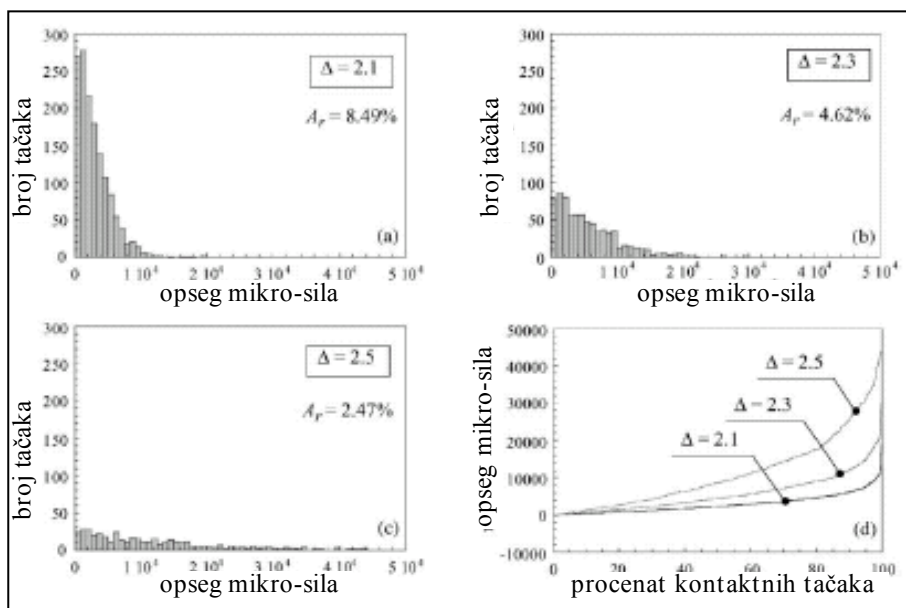
Kontakt između dve površine se, u suštini, svodi na brojne mikroskopske stvarne kontaktne oblasti lokalizovane u blizini vrhova hrapave površine. Totalno opterećenje je suma pojedinačnih opterećenja na kontaktnim vrhovima, koji su pritisnuti u zavisnosti od promene rastojanja u odnosu na početnu visinu. Navedena apsurdna situacija u kojoj kontaktna površina teži nultoj, a pritisak beskonačnoj vrednosti, uvodi se srednji fraktalni pritisak p^* kao neravnomerni pritisak po fraktalnoj površini, čija je stranica razlomljen broj. Ovako definisan fraktalni pritisak predstavlja dominantnu veličinu u opisu kontakta hrapavih površina. Na dijagramu sa duplom logaritamskom skalom, slika 5, nominalni pritisak pokazuje pravolinijsku zavisnost od rezolucije. Nagib prave zavisi od mrežne fraktane dimenzije, a fraktalni pritisak predstavlja odsečak na ordinati. Za dve površine čiji se fraktalni pritisci menjaju na isti način može se pretpostaviti da se i slično ponašaju u eksploataciji.



Slika 5. Zavisnost fraktalne dimenzije i fraktalnog pritiska (preuzeto iz [23])

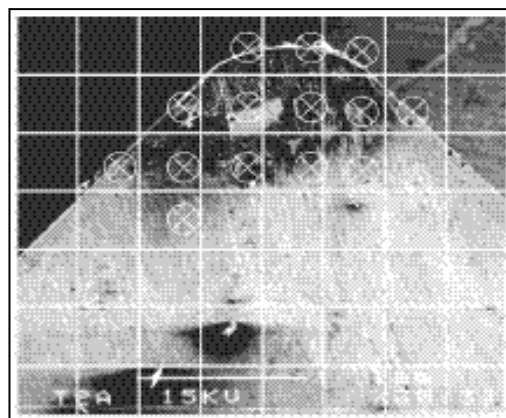
Kontaktna oblast je fraktalni skup ostrva koji čine prostor i međuprostor, tj. praznine. Samo-srodnost interfejsa je rezultat praznina u kontaktnoj zoni, čija fraktalna dimenzija raste sa nominalnim pritiskom, te na određenom nivou diskretizacije kontaktni pritisak pokazuje multifraktalnu raspodelu. To znači da je spektar dimenzija neophodan za opis svih momenata distribucije. Spektar čine različite fraktalne dimenzije pridružene odgovarajućim podskupovima kontaktne zone, koje se nazivaju informacione dimenzije Δ_l . Suštinska razlika između fraktalne Δ_s i informacione dimenzije Δ_l je u tome što prva pokazuje metričke karakteristike kontaktne zone u smislu da su svi elementi za prekrivanje sa istom težinskom funkcijom, ali ne uzima u obzir koliko je tačaka zone pod pritiskom i koja je količina pritiska koji one nose, kao što to druga radi, jer uzima u obzir različitu gustinu pritiska. Informaciona dimenzija je najbolja veličina koja karakteriše oštrinu raspodele kontaktnog pritiska. Spektar se menja tokom istorije opterećenja u skladu sa procenom topologije kontaktne zone.

U [23] se analizira ponašanje kontaktnih zona pod uticajem opterećenja i to sa aspekta elastičnih deformacija u zoni kontakta. Istraživanja navedena u radu ukazuju da za isto spoljašnje opterećenje raspodela opterećenja u kontaktnim tačkama zavisi od fraktalne dimenzije, što je na slici 6 pod a, b, c) i prikazano. Broj tačaka koje podnose isti pritisak se ujednačava sa porastom fraktalne dimenzije, što je na slici 6 pod d) i prikazano. Samo mali broj tačaka trpi veoma visoke pritiske, tj. plastično deformisanje.



Slika 6. Histogrami (a,b,c) i kumulativna kriva (d) lokalnih kontaktnih sila (preuzeto iz [23])

Fraktalna geometrija je primenjena u analizi kratera na grudnoj površini alata, koji nastaje kao posledica adhezivnog habanja a trugotine i alata u procesu rezanja [62]. Radi eksperimentalne potvrde generisane su SEM mikroskopom, a obrađene Sigma Scan Pro programom digitalne slike kratera na grudnoj površini, nastalih variranjem parametara režima rezanja pri struganju obratka od aluminijuma. Fraktalna dimenzija je dobijena metodom mreže, koja se zasniva na sukcesivnom uvećanju rezolucije i prebrojavanju kvadrata koji zahvataju objekat. Na dijagramu sa duplom logaritamskom skalom fraktalna dimenzija objekta se dobija kao nagib prave koja predstavlja zavisnost broja kvadrata (površina ostrva) i veličine kvadrata (rezolucija).



Slika 7. Metoda mreže za krater na grudnoj površini (preuzeto iz [62])

Analizom promene vrednosti fraktalne dimenzije, u okviru [62], se došlo do sledećih zaključaka:

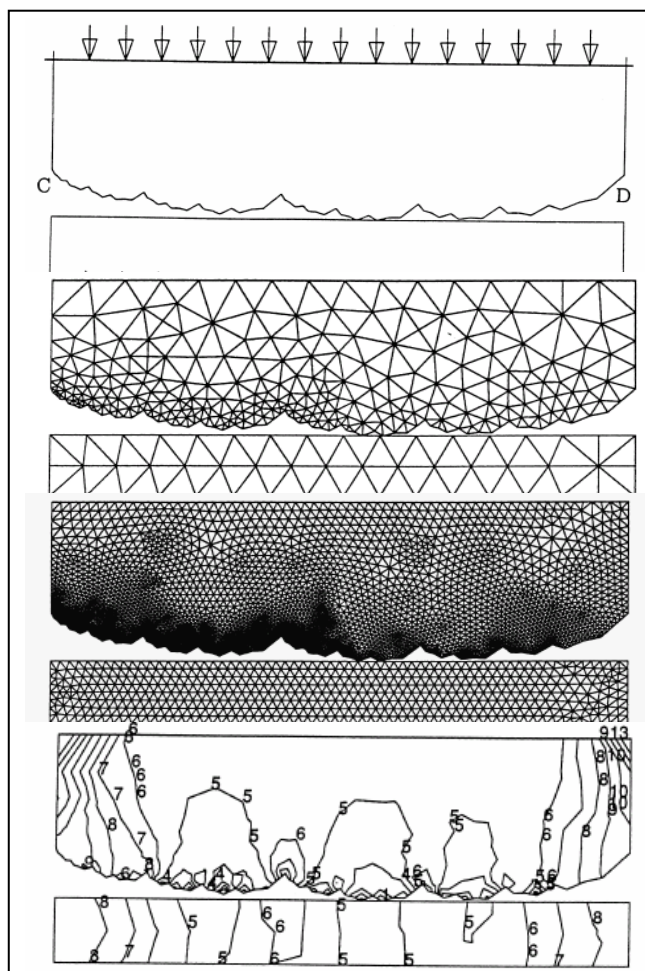
- Krateri nastali pod istim režimima rezanja su približnih fraktalnih dimenzija.
- Brzina rezanja je najuticajniji faktor i njenim uvećanjem se dobija manja fraktalna dimenzija, tj manji broj fraktalnih ostrva.
- Variranje vrednosti fraktalne dimenzije pri promeni dubine rezanja i koraka nije pokazalo pravilnost.
- Glavno vreme rezanja je uticajan, ali nedosledan faktor i kod dugotrajnijih obrada dolazi čak i do uvećanja fraktalne dimenzije, što je u suprotnosti sa očekivanim.

5. FRAKTALNA GEOMETRIJA I FEM

Od 1960. godine, kada je uveden termin "konačni element", metoda konačnih elemenata (*FEM-Finite Element Method*) se koristi za aproksimativno rešavanje problema u naponskim stanjima, toku fluida, prenosu toplote i drugim oblastima. Kod nas je metoda konačnih elemenata uvedena u oblast ispitivanja dinamičkog ponašanja mašine alatke preko [39], davne 1971. godine. Iako je prvo razvijena za analizu i rešavanje problema u elastičnom području, uz korišćenje komercijalnih softverskih paketa, FEM se uspešno primenjuje i u rešavanju kontaktnog problema.

Za analizu i predikciju ponašanja obrađene površine u kontaktu, koristi se FEM analiza. Prilikom toga se javlja problem generisanja profila obrađene površine, koji se prevazilazi primenom fraktalne geometrije. Iako često primenjivana u opisu i modeliranju profila obrađene površine, Vajerštrasova funkcija nije pogodna za FEM analizu. Navedeni problem se rešava, npr. modeliranjem profila Furijeovom serijom [43], odnosno IFS [34].

U [34] je prikazan razvijeni adaptivni metod konačnih elemenata za fraktalni interfejs u kontaktnim problemima. Profil i obrađena površina su predstavljeni kao fraktalne krive i fraktalne površine generisane IFS metodom perdoženim od strane Bernslija (*Barnsley*). Suština IFS metoda je u iterativnom kontraktivnom mapiranju osnovnog elementa, čime se postiže samo-srodnost celog fraktalnog objekta. Ponuđeni razvijeni adaptivni metod (slika 8) se može primeniti kod kontaktnih

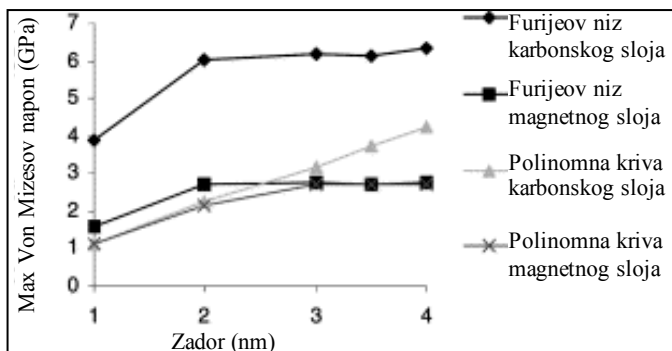


Slika 8. FEM i fraktalni interfejs u kontaktnom problemu (preuzeto iz [34])

problema bez trenja u slučajevima linearne i konačne elastičnosti. Primenom iterativnih procedura uspešno se unapređuje pročišćavanje mreže konačnih elemenata.

Vajerštrasova funkcija je u [43] aproksimirana polinomom, čime se postiže valovitost i Furijeovom (*Fourier*) serijom, čime se postiže hrapavost obrađene površine. Pokazano je da su grafici profila obrađene površine opisanog Vajerštrasovom funkcijom i Furijeovom serijom praktično identični, čime model profila postaje pogodan za FEM analizu.

Primenom softvera ABAQUS simulirano je ponašanje obrađenih površina različitih tankih prevlaka magnetnih diskova, koje su u kontaktu. Konture von Mizesovog (*Von Mises*) ekvivalentnog napona u karbonskoj prevlaci ukazuju na njegov nagli rast u početku, da bi nakon toga, pogotovu nakon pojave plastičnog deformisanja, vrednost napona ostala konstantna. Na osnovu vrednosti von Mizesovog napona (slika 9), zaključeno je da valovitost



Slika 9. Promena napona karbonskog i magnetnog sloja (preuzeto iz [34])

površine nije signifikantna, te da nisko frekventni domen ne utiče na distribuciju kontaktnog

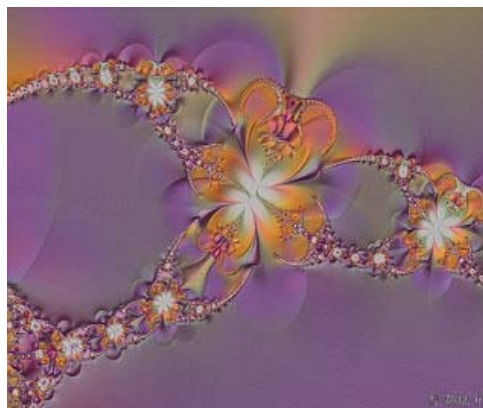
pritiska. Visokofrekventni domen profila obrađene površine, odnosno hrapavost, određuje distribuciju napona u prevlaci. Kako se prilikom kontakta javlja habanje i plastično deformisanje, visoko frekventni domen se može eliminisati i tada glavni uticaj na distribuciju napona, pogotovo na materijal ispod prevlake, ima niskofrekventni domen, koji se opisuje polinomnom krivom.

6. ZAKLJUČAK

Fraktali imaju neobjašnjivu lepotu, koja potiče od matematičke jednostavnosti, draž ruskih drvenih lutkica matruški, koja potiče od samo-sličnosti i lakoću razotkrivanja procesa i pojava u prirodi, koja potiče od transcendentnog zakona. Umetnici su se pre dvadeset i četiri veka izražavali fraktalnim oblicima, matematičari se bave fraktalima već tri veka, a inženjeri poslednjih decenija tradicionalne pristupe u nauci, zamenjuju fraktalnim.

Kod nas se izdvajaju usamljeni pokušaji da se nauka obogati teorijom haosa i fraktalnom geometrijom. Primena fraktalne geometrije u tehnologiji površina, konkretno na primeru profila brušene pločice od alatne keramike, objašnjena u okviru magistarskog rada [1] je prvi naučni doprinos uvođenju alternativnog pristupa u oblast proizvodnog mašinstva na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Identifikacija i modeliranje obrađene površine primenom fraktalne geometrije predstavljaju novu paradigmu u identifikaciji stanja i karakteristika obrađenih površina. Kako se fraktalni pristup uspešno primenjuje u kontaktnoj mehanici, gde hrapavost površine predstavlja osnovu svih modela, doktorska disertacija na kojoj se intenzivno radi, obuhvata istraživanje interakcije stanja inženjerskih površina i fraktalne geometrije.

Navedeni primeri primene fraktalne geometrije predstavljaju samo jedan mali deo onoga što je do sada urađeno u nauci i tehnici, a čini se da će u ubrzo, optimistički posmatrano, pomoću fraktala biti moguće objasniti mnoge pojave i fenomene.



Slika 10. Koreni polinoma $z^3 - 1$



Slika 11. Matruške

LITERATURA

- [1] Aračić², B., "2D modeliranje obrađene površine primenom fraktalne geometrije", Magistarska teza, Mašinski fakultet, Beograd, 2001.
- [2] Aračić, B., Kalajdžić, M., "Fractal Geometry and Surface Technology", The Third International Conference Heavy Machinery - HM'99, Zbornik radova, 3.66-3.72 str., Kraljevo, 1999.
- [3] Aračić, B., Kalajdžić, M., "Parametarski metod karakterizacije obrađenih površina", 26. JUPITER konferencija, Zbornik radova, 3.99-3.105 str., Beograd, 2000.
- [4] Asvestas, P., Matsopoulos, G. K., Nikita, K. S. "A Power Differentiation Method of Fractal Dimension Estimation for 2-D Signals", Journal of Visual Communication and Image Representation, Volume 9, Issue 4, pp. 392-400, 1998.
- [5] Barber, J.R., Ciavarella, M., Contact mechanics, International Journal of Solids and Structures, Vol 37, pp. 29-43, 2000.
- [6] Bell, S., "Fractals: a fast, accurate and illuminating algorithm", Image and Vision Computing, Volume 13, Issue 4, pp. 253-257, 1995.
- [7] Bigerelle, M., Iost, A., "Statistical artefacts in the determination of the fractal dimension by the slit island method", Engineering Fracture Mechanics, Volume 71, Issues 7-8, pp. 1081-1105, 2004.
- [8] Bojović, B., "Adaptivno upravljanje i fraktalna geometrija", 8. Međunarodna naučno-stručna konferencija MMA 2003., Zbornik radova, 31-32 str., Novi Sad, 2003.
- [9] Bojović, B., "Adekvatnost Vajerštrase funkcije kao modela obrađene površine", 29. JUPITER konferencija, Zbornik radova, 3.5-3.8 str., Beograd, 2003.
- [10] Bojović, B., "Machined Surface Modeling by Weierstrass Function", Int. Journal of Production Engineering and Computers, Vol. 5 No 6, pp. 55-60, Belgrade, 2002.
- [11] Bojović, B., "Modeliranje obrađene površine Vajerštrasovom funkcijom", 28.. JUPITER konferencija, Zbornik radova, 3.31-3.34 str., Beograd, 2002.
- [12] Bojović, B., Kalajdžić, M., "Fraktalni pristup u diferencijaciji obrađenih površina", 29. Savetovanje proizvodnog mašinstva, Zbornik radova (CD), Beograd, 2002.
- [13] Borodich, F. M., Mosolov, A. B., "Fractal roughness in contact problems", Journal of Applied Mathematics and Mechanics, Volume 56, Issue 5, pp. 681-690, 1992.
- [14] Brown, C. A., Savary, G. "Describing ground surface texture using contact profilometry and fractal analysis", Wear, Volume 141, Issue 2, pp. 211-226, 1991.
- [15] Brown, C., Johnsen, W., Hult, K., "Scale-sensitivity, fractal analysis and simulations, International Journal of Machine Tools and Manufacture", Volume 38, Issues 5-6, pp. 633-637, 1998.
- [16] Brown, C., Siegmann, S., "Fundamental scales of adhesion and area-scale fractal analysis", International Journal of Machine Tools and Manufacture, Volume 41, Issues 13-14, pp. 1927-1933, 2001.
- [17] Buzio, R., Boragno, C., Valbusa, U., "Contact mechanics and friction of fractal surfaces probed by atomic force microscopy", Wear, Volume 254, Issue 9, pp. 917-923, 2003.
- [18] Carpinteri, A., Chiaia, B., Cornetti, P., "On the mechanics of quasi-brittle materials with a fractal microstructure", Engineering Fracture Mechanics, Volume 70, Issue 16, pp. 2321-2349, 2003.
- [19] Carpinteri, A., Spagnoli, A., "A fractal analysis of size effect on fatigue crack growth", International Journal of Fatigue, Volume 26, Issue 2, pp. 125-133, 2004.
- [20] Castillo, O., Melin, P., "Automated mathematical modelling, simulation and behavior identification of robotic dynamic systems using a new fuzzy-fractal-genetic approach", Robotics and Autonomous Systems, Volume 28, Issue 1, 31 pp. 19-30, 1999.
- [21] Charkaluk, E., Bigerelle, M., Iost, A., "Fractals and fracture", Engineering Fracture Mechanics, Volume 61, Issue 1, pp. 119-139, 1998.
- [22] Cherepanov, G., Balankin, A., Ivanova, V., "Fractal fracture mechanics—A review", Engineering Fracture Mechanics, Volume 51, Issue 6, pp. 997-1033, 1995.
- [23] Chiaia, B., "On the Sliding Instabilities at Rough Surfaces", Journal of the Mechanics and Physics of Solids, No 50, pp. 895-924, 2002.
- [24] Claude, T.P., F.G, Baran, "Fractal analysis of worn surfaces", Wear, Volume 172, Issue 2, pp. 127-133, 1994.
- [25] Dohnal, M., "A fractal analysis of symbolic and fuzzy knowledge and its engineering applications", Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 6, Issue 1, pp. 49-56, 1993.

² Devojačko prezime autora B. Bojović, je Aračić.

- [26] Falconer, K., *Fractal Geometry*, J. Willey and sons, New York, 1990.
- [27] Gagnepain, J. J., Roques-Carmes, C. "Fractal approach to two-dimensional and three-dimensional surface roughness", *Wear*, Volume 109, Issues 1-4, pp.119-126, 1986.
- [28] Galante, G., Lombardo, A., Piacentini, M., "Fractal dimension: A useful tool to describe the microgeometry of machined surfaces", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Volume 33, Issue 4, pp. 525-530, 1993.
- [29] Ganti, S., Bhushan, B., "Generalized fractal analysis and its applications to engineering surfaces", *Wear*, Volume 180, Issues 1-2, pp.17-34, 1995.
- [30] Hamzaoui, R., Hartenstein, H., Saupe, D. "Local iterative improvement of fractal image codes", *Image and Vision Computing*, Volume 18, Issues 6-7, pp. 565-568, 2000.
- [31] Hamzaoui, R., Saupe, D., Hiller, M., "Distortion Minimization with Fast Local Search for Fractal Image Compression", *Journal of Visual Communication and Image Representation*, Volume 12, Issue 4, pp. 450-468, 2001.
- [32] Hasegawa, M., Liu, J., Okuda, K., Nunobiki, M., "Calculation of the fractal dimensions of machined surface profiles", *Wear*, Volume 192, Issues 1-2, pp. 40-45, 1996.
- [33] He, L., Zhu, J., "The fractal character of processed metal surfaces", *Wear*, Volume 208, Issues 1-2, pp. 17-24, 1997.
- [34] Hu, G., Panagiotopoulos, P.D., Panagouli, Scherf, O., Wriggers, P., "Adaptive Finite Element Analysis of Fractal Interfaces in Contact Problems", *Journal Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, No 182, pp. 17-37, 2000.
- [35] Hufnagl, C., Uhl, A., "Algorithms for Fractal Image Compression on Massively Parallel SIMD Arrays", *Real-Time Imaging*, Volume 6, Issue 4, pp. 267-281, 2000.
- [36] Humphrey, J. A. C., Schuler, C. A., Rubinsky, B., "On the use of the Weierstrass-Mandelbrot function to describe the fractal component of turbulent velocity", *Fluid Dynamics Research*, Volume 9, Issues 1-3, pp. 81-95, 1992.
- [37] Jackson, D.J., Mahmoud, W., Stapleton, W.A., Gaughan, P.T., "Faster fractal image compression using quadtree recomposition", *Image and Vision Computing*, Volume 15, Issue 10, pp. 759-767, 1997.
- [38] Jiang, Z., Wang, H., Fei, B., "Research into the application of fractal geometry in characterising machined surfaces", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol 41, pp. 2179-2185, 2001.
- [39] Kalajdžić, M., "Primena digitalnog računara u dinamičkoj identifikaciji noseće strukture teške alatne mašine", *Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd*, 1971.
- [40] Kuo, C.J., Huang, W.J., Lin, T.G., "Isometry-Based Shape-Adaptive Fractal Coding for Images", *Journal of Visual Communication and Image Representation*, Volume 10, Issue 4, pp. 307-319, 1999.
- [41] Kurose, M., Hirose, Y., Sasaki, T., Yoshioka, Y., "Fractal characteristics of stress corrosion cracking in SNCM 439 steel having different prior-austenite grain sizes", *Engineering Fracture Mechanics*, Volume 53, Issue 2, pp. 279-288, 1996.
- [42] Lei, W., Chen, B., "Fractal characterization of some fracture phenomena", *Engineering Fracture Mechanics*, Volume 50, Issue 2, pp. 149-155, 1995.
- [43] Leung, A. Y. T., Su, R. K. L., "Body-force linear elastic stress intensity factor calculation using fractal two level finite element method", *Engineering Fracture Mechanics*, Volume 51, Issue 6, pp. 879-888, 1995.
- [44] Leung, A. Y. T., Su, R. K. L., "Mixed-mode two-dimensional crack problem by fractal two level finite element method", *Engineering Fracture Mechanics*, Volume 51, Issue 6, pp. 889-895, 1995.
- [45] Leung, A. Y. T., Su, R. K. L., "Fractal two-level finite element method for cracked kirchhoff's plates using dkt elements", *Engineering Fracture Mechanics*, Volume 54, Issue 5, pp. 703-711, 1996.
- [46] Li, C., Dong, S., Zhang, G., "Evaluation of the Root-mean-square Slope of 3D Surface Topography", *Int. Journal of Machine Tools & Manufacture* No 40, pp. 445-454, 2000.
- [47] Lopez, J., Hansali, G., Zahouani, H., Le Bosse, J. C., Mathia, T., "3D fractal-based characterisation for engineered surface topography", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Volume 35, Issue 2, pp. 211-217, 1995.
- [48] Majumdar, A., Tien, C. L., "Fractal characterization and simulation of rough surfaces", *Wear*, Volume 136, Issue 2, pp. 313-327, 1990.
- [49] Mandelbrot, B., *The Fractal Geometry of Nature*, W.H. Freeman and Co, New York, 1982.
- [50] Marvasti, M., Strahle, W., "Fractal geometry analysis of turbulent data", *Signal Processing*, Volume 41, Issue 2, January 1995, Pages 191-201

- [51] Marsh., R. "FractalNet: A Biologically inspired neural network approach to fractal geometry", *Pattern Recognition Letters*, Vol. 24, pp. 1881-1887, 20003.
- [52] Melin, P., Castillo, O., "Adaptive intelligent control of aircraft systems with a hybrid approach combining neural networks, fuzzy logic and fractal theory", *Applied Soft Computing*, Volume 3, Issue 4, pp. 353-362, 2003.
- [53] Nikolaou, N., Papamarkos, N., "Color image retrieval using a fractal signature extraction technique", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Volume 15, Issue 1, February 2002, Pages 81-96
- [54] Othmani, A., Kaminsky, C., Three dimensional fractal analysis of sheet metal surfaces, *Wear*, Volume 214, Issue 2, pp. 147-150, 1998.
- [55] Panagiotopoulos, P. D., Mistakidis, E. S., Panagouli, O. K., "Fractal interfaces with unilateral contact and friction conditions", *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Volume 99, Issues 2-3, pp. 395-412, 1992.
- [56] Panagouli, K., Mistakidis, E. S., Panagiotopoulos, P. D., "On the fractal fracture in brittle structures Numerical approach", *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Volume 147, Issues 1-2, pp. 1-15, 1997.
- [57] Parsiani, H., Navas, W., "Analysis of iterated function system fractals for image compression", *Computers & Industrial Engineering*, Volume 33, Issues 1-2, pp. 441-444, 1997.
- [58] Pedrycz, W., Bargiela, A., "Fuzzy fractal dimensions and fuzzy modeling", *Information Sciences*, Volume 153, pp. 199-216, 2003.
- [59] Podsiadlo, P., Stachowiak, G. W., "Fractal-wavelet based classification of tribological surfaces", *Wear*, Volume 254, Issue 11, pp. 1189-1198, 2003.
- [60] Popescu, T., Ciuca, I., Cazimirovici, E., Winckelbauer, G. Teodorescu, N.N., Alexandrescu, P., "Geometrical considerations regarding metallic material study of fractal properties I", *International Journal of Fatigue*, Volume 20, Issue 1, pp. 76-77, 1998.
- [61] Purintrapiban, U., Kachitvichyanukul, V., "Detecting patterns in process data with fractal dimension", *Computers & Industrial Engineering*, Volume 45, Issue 4, pp. 653-667, 2003.
- [62] Raman, S., Longstreet, A., Guha, D., "A fractal view of tool-chip interfacial friction in machining", *Wear*, Volume 253, Issues 11-12, pp. 1111-1120, 2002.
- [63] Ramkumar, M., Anand, G. V. "An FFT-based technique for fast fractal image compression", *Signal Processing*, Volume 63, Issue 3, pp. 263-268, 1997.
- [64] Russ, J., "Fractal dimension measurement of engineering surfaces", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Volume 38, Issues 5-6, pp. 567-571, 1998.
- [65] Sahoo, P., Chowdhury, S. K. "A fractal analysis of adhesive wear at the contact between rough solids", *Wear*, Volume 253, Issues 9-10, pp. 924-934, 2002.
- [66] Sasajima, K., Tsukada, T., "Measurement of fractal dimension from surface asperity profile", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Volume 32, Issues 1-2, pp. 125-127, 1992.
- [67] Shirong, G., Gouan, C., "Fractal prediction models of sliding wear during the running-in process", *Wear*, Volume 231, Issue 2, pp. 249-255, 1999.
- [68] Shirong, G., Guoan, C., Xiaoyun, Z., "Fractal characterization of wear particle accumulation in the wear process", *Wear*, Volume 251, Issues 1-12, pp. 1227-1233, 2001.
- [69] Soille, P., Rivest, J.F., "On the Validity of Fractal Dimension Measurements in Image Analysis", *Journal of Visual Communication and Image Representation*, Volume 7, Issue 3, pp. 217-229, 1996.
- [70] Tao, Q., Lee, H.P., Lim S.P., "Contact Mechanics of Surfaces with various models of roughness descriptions", *Wear* No 249, pp. 539-545, 2001.
- [71] Thomas, T. R., Rosén, B., Amini, N. "Fractal characterisation of the anisotropy of rough surfaces", *Wear*, Volume 232, Issue 1, pp. 41-50, 1999.
- [72] Ueki, Y., Tsuji, Y., Nakamura, I., "Fractal analysis of a circulating flow field with two different velocity laws", *European Journal of Mechanics - B/Fluids*, Volume 18, Issue 5, pp. 959-975, 1999.
- [73] Vandenberg, S., Osborne, C. F., "Digital image processing techniques, fractal dimensionality and scale-space applied to surface roughness", *Wear*, Volume 159, Issue 1, pp. 17-30, 1992.
- [74] Wang, A. L., Yang, C. X., Yuan, X. G. "Evaluation of the wavelet transform method for machined surface topography 2: fractal characteristic analysis", *Tribology International*, Volume 36, Issue 7, pp. 527-535, 2003.
- [75] Warren, T.L., Krajcinovic, D., "Fractal models of elastic-perfectly plastic contact of rough surfaces based on the Cantor set", *International Journal of Solids and Structures*, Volume 32, Issue 19, pp. 2907-2922, 1995.

- [76] Wnuk, M.P., Yavari, A., "On estimating stress intensity factors and modulus of cohesion for fractal cracks", Engineering Fracture Mechanics, Volume 70, Issue 13, pp. 1659-1674, 2003.
- [77] Wu, J., "Characterization of fractal surfaces", Wear, Volume 239, Issue 1, pp. 36-47, 2000.
- [78] www.kingston.ac.uk/~ku0102
- [79] Xie, H., Wang, J., "Direct fractal measurement of fracture surfaces", International Journal of Solids and Structures, Volume 36, Issue 20, pp. 3073-3084, 1999.
- [80] Xiong, F., Jiang, X.Q., Gao, Y., Li, Z., "Evaluation of engineering surfaces using a combined fractal modeling and wavelet analysis method", International Journal of Machine Tools and Manufacture, Volume 41, Issues 13-14, pp. 2187-2193, 2001.
- [81] Yang, J., Bin, H., Zhang, X., Liu, Z., "Fractal scanning path generation and control system for selective laser sintering (SLS)", International Journal of Machine Tools and Manufacture, Volume 43, Issue 3, pp. 293-300, 2003.
- [82] Yasuda, T., Sunahara, Y., "Hausdorff dimension of fractal basin boundaries of a class of one-dimensional nonlinear sampled-data control systems", pp 251–254, Control Engineering Practice, Volume 2, Issue 3, June 1994
- [83] Yuan, C. Q., Li, J., Yan, X. P., Peng, Z., " The use of the fractal description to characterize engineering surfaces and wear particles", Wear, Volume 255, Issues 1-6, pp. 315-326, 2003.
- [84] Zahouani, H., Vargiolu, R. Loubet, J. -L. "Fractal models of surface topography and contact mechanics", Mathematical and Computer Modelling, Volume 28, Issues 4-8, pp. 517-534, 1998.
- [85] Zhang, G., Gopalakrishnan, S., "Fractal geometry applied to on-line monitoring of surface finish", International Journal of Machine Tools and Manufacture, Volume 36, Issue 10, pp. 1137-1150, 1996.
- [86] Zhang, Y., Luo, Y., Wang, J. F., Li, Z., "Research on the fractal of surface topography of grinding", International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol. 41, pp. 2045-2049, 2001.
- [87] Zhou, G. Y., Leu, M. C., Blackmore, D., "Fractal geometry model for wear prediction", Wear, Volume 170, Issue 1, pp. 1-14, 1993.

B. Bojovic, M. Kalajdzic

PRESENT FRACTALS: TOWARD NEW PARADIGM IN SCIENCE AND TECHNOLOGY

Summary

Spiral of life on a stone pillar dating from 2500 B.C. is only one of early fractal forms that can be found in human artistic expression. Cantor's dust, known from 1872, is the first fractal form that appear in mathematics. In 1975, Mandelbrot has coined and defined fractals. He recognised fractal forms in nature and fractal nature in phenomena. As a result of his work, these beautiful forms have become highly useful and are widely applied in all branches of science. This paper presents some of the results achieved in the following fields: surface technology, contact mechanics and FEM analysis.

Key words: *Fractal geometry, Surface technology, Contact mechanics*

M. Đapić¹

UNAPREĐENJE PROCESA RAZVOJA KORIŠĆENJEM AKSIOMATSKE TEORIJE PROJEKTOVANJA

Rezime: Unapređenje performansi procesa razvoja je imperativ koji nameću savremeni tržišni uslovi. U radu² se daje pristup unapređenju performansi organizacije kroz unapređenje procesa razvoja korišćenjem aksiomatske teorije projektovanja (ADT), odnosno sistem arhitekture (SA) kao alata za to.

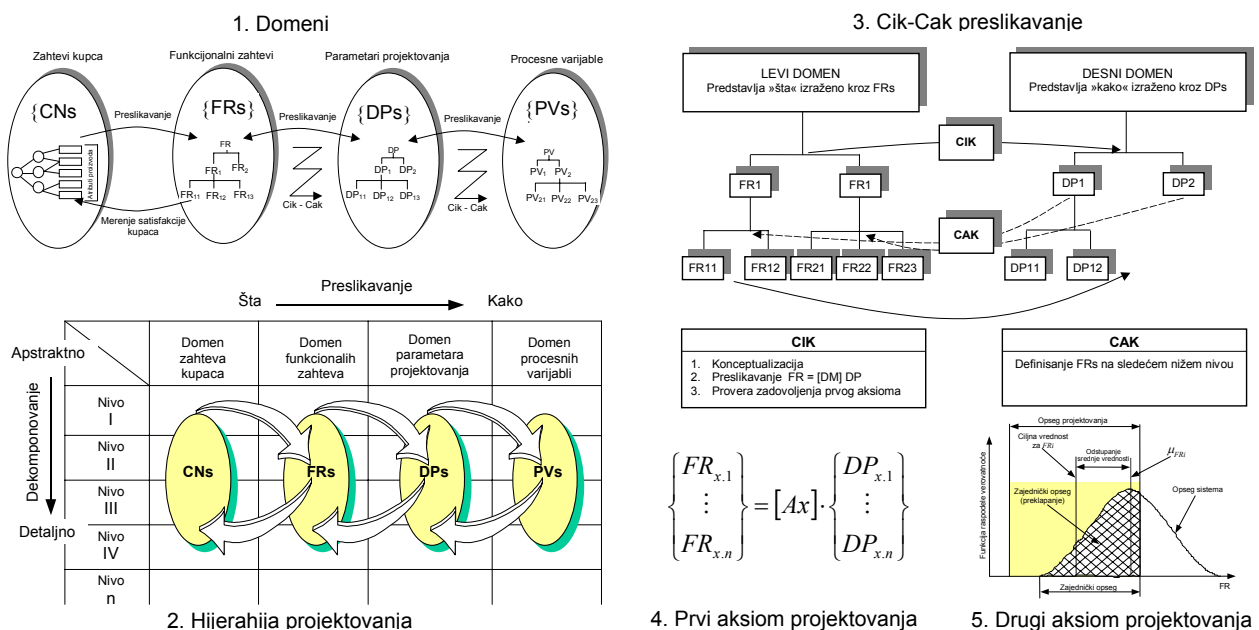
1. UVOD

Cilj menadžera, inženjera i ostalih zaposlenih je da stalno unapređuju performanse organizacije. Sledeći to u ovom radu se daje pristup unapređenju procesa razvoja. Cilj je da se korišćenjem aksiomatske teorije projektovanja (ADT) (Suh 1990, Tate 1999), odnosno korišćenjem sistem arhitekture (SA) (Hintersteiner i Fridman 1999) kao alata definiše osnova za sistematizovano unapređenje performansi organizacije.

2. AKSIOMATSKA TEORIJA PROJEKTOVANJA

Nastanak aksiomatske teorije projektovanja povezuje se sa istraživačkim radovima profesora Nam P. Suha sa Masačusetskog instituta za tehnologije (MIT) (Suh 1990). Cilj je stvaranje naučne osnove za izučavanje oblasti projektovanja. Tako Suh polazi od pretpostavke da postoji skup fundamentalnih principa koji određuju dobru poslovnu praksu u projektovanju proizvoda, procesa, sistema, softvera i organizacionih struktura. Projektovanje u kome se koriste osnovni princip ADT naziva se "aksiomatsko projektovanje". Prevladajući cilj aksiomatske teorije projektovanja je da uspostavi naučnu bazu za projektovanje i da unapredi aktivnosti projektanta pružajući mu: (1) teorijsku osnovu za logičan i racionalan proces razmišljanja i donošenja odluka i (2) alate za to.

Ključni koncepti (slika 2.1) koji čine ovu teoriju su: (1) domeni, (2) hijerarhija projektovanja, (3) "cik-cak" preslikavanje i (4) (5) dva aksioma projektovanja.



Slika 2.1 Ključni koncepti aksiomatske teorije projektovanja

¹ Dr Mirko Đapić, dipl.maš. ing., LOLA Institut, Kneza Višeslava 70a 11030 Beograd, E-mail: mdjapic@lola-ins.co.yu

² Rad predstavlja deo istraživanja na projektu MIS.302.127B koji se delimično finansira sredstvima MNTR Republike Srbije

2.1 Šta je to sistem arhitektura?

Sistem arhitektura je alat za donošenje i dokumentovanje odluka u aksiomatskom projektovanju. Ona obuhvata zahteve, komponente i njihove relacije. Pod zahtevima se podrazumevaju funkcionalni zahtevi (*FRs*) i ograničenja (*Cs*), pod komponentama parametri projektovanja (*DPs*), a pod međusobnim relacijama matrica projektovanja (*Ax*) i hijerarhija projektovanja.

Sistem arhitektura je model ili način predstavljanja odluka koje su donesene u projektovanju. (Tate 1999, str. 32). Ona pruža obilje informacija o vezama funkcionalnih zahteva i parametara projektovanja pod definisanim uslovima i ograničenjima duž celokupnog procesa projektovanja. Zbog toga se koristi kao alat za donošenje i dokumentovanje odluka koje se donose u procesu projektovanja. Njena snaga je, pored toga što grafički predstavlja tok komponovanja sistema, i u tome što omogućava da se lako pronađe redosled po kome odluke moraju da se donose, i što pokazuje kako promena jednog dela sistema utiče na promenu ostalih delova.

2.2 Modeliranje sistema

Projektovanje sistema je proces u kome projektant integriše više parametara projektovanja (*DPs*) u jednu celinu u cilju zadovoljenja prethodno postavljenih ili definisanih funkcionalnih zahteva (*FRs*).

Fundamentalna pretpostavka u razvoju sistema je da sistem može da bude modeliran kao serija ulaza i izlaza. Ulazno-izlazne transformacije u sistemu mogu da budu grupisane u tri tipa funkcionalnih kategorija, i to: (1) procesne funkcije, (2) komandno upravljačke funkcije i (3) funkcije za podršku i integraciju sistema.

Kroz **procesne funkcije** vrši se transformacija operanda u procesu proizvodnje ili transport operanda sa jedne na drugu lokaciju kroz sistem.

Komandno-upravljačke funkcije se koriste za koordiniranje i terminiranje rada više procesnih funkcija koje su integrisane u jedinstven proces.

Na svakom hijerarhijskom nivou projektovanja zahteva se **okvir za povezivanje** procesnih i komandno upravljačkih funkcija u jedinstven sistem i njegovo vezivanje sa okolinom u kojoj obavlja planiranu funkciju.

3 UNAPREĐENJE PROCESA RAZVOJA KORIŠĆENJEM SISTEM ARHITEKTURE

Ulazni zahtevi za unapređenje procesa razvoja mogu da budu inicirani sa različitih strana. Najčešće oni dolaze od najvišeg nivoa menadžmenta. Mada svi u organizaciji imaju obavezu da unapređuju svoj delokrug rada i ceo sistem obaveza top menadžmenta je najveća. To eksplicitno zahteva i serija standarda ISO 9000.

Top menadžment mora da definiše poslovanje u formi misije, vizije i politike kvaliteta odnosno da definiše ciljeve i strateške pravce kojima organizacija namerava da ostvari te ciljeve. Ciljevi mogu biti različiti. Najčešće su to performansne karakteristike organizacije kao što su: unapređenje kompetitivnosti, brzina povraćaja uloženi sredstava, kvalitet proizvoda, procentualni udeo proizvoda na tržištu, nivo zadovoljenja kupaca, itd.

Kako i na koji način organizacije ostvaruju ova unapređenja?

Ovo je vrlo važno pitanje, jer svedoci smo sa ovih naših prostora, a i šire da se ovi poslovi malo oslanjaju na naučno dokazane metode i teorije projektovanja. Podatak da je neko u unapređenju poslovnih procesa koristio neku od teorija projektovanja nije poznat..

Poznato je da ADT pruža naučnu osnovu za vođenje i upravljanje procesom projektovanja i donošenja odluka u njemu. Ona u sebi sadrži mogućnost predstavljanja objekta i procesa projektovanja sa pravilima za donošenje odluka. U nastavku se daje primena ove teorije u postupku reinžinjeringa procesa razvoja.

3.1 Unapređenje procesa razvoja - I hijerarhijski nivo

Neka globalni cilj koji organizacija želi da postigne bude unapređenje njene kompetitivnosti na tržištu. Izborom ovog cilja određen je funkcionalni zahtev na najvišem nivou (*FR*). Njegovo ispunjenje se ostvaruje kroz odgovor na sledeće pitanje "Kako može da bude unapređena kompetitivnost organizacije?". Odgovor je "Reinženjering procesa razvoja" čime je definisan parametar projektovanja (*DP*) na najvišem nivou.

Kompetitivnost je integrisana performansna karakteristika organizacije koja obuhvata: (1) obeležja proizvoda, (2) troškove proizvoda u životnom veku i (3) vreme isporuke proizvoda ili brzinu kojom se isporuka ostvaruje. Unapređenje kompetitivnosti može da bude realizovano pod različitim uslovima i ograničenjima (*Cs*). Njih je na početku projekta neophodno eksplicitno i nedvosmisleno definisati jer definišu prostor mogućih rešenja (parametara projektovanja *DPs*).

Stablo projektovanja i jednačina projektovanja prikazana su u tabeli 3.1 i na slici 3.1.

Matrica projektovanja na I hijerarhijskom nivou je izabrana tako da sistem bude kvazi spregnut. Ovo znači da prilikom daljeg dekomponovanja mora da se vodi računa o redosledu zadovoljenja funkcionalnih zahteva.

Prvo mora da budu zadovoljen funkcionalni zahtev FR_1 , odnosno moraju da budu definisane aktivnosti, metode i tehnike koje omogućavaju da želje zahtevi i očekivanja kupaca vode sve aktivnosti u razvoju.

Nakon toga se definiše primena metoda koje omogućavaju da se pojedine aktivnosti u razvoju odvijaju paralelno, odnosno simultano. Najznačajnije metode koje to omogućavaju su projektovanje za montažu (DFA) i projektovanje za proizvodnju (DFM) itd.

Funkcionalni zahtev FR_3 se odnosi na minimiziranje svih troškova u životnom veku proizvoda. Traži se maksimum funkcije "affordability" što može da se prevede kao dobijanje maksimuma za određenu cenu.

Funkcionalni zahtev FR_4 spada u grupu komandno upravljačkih funkcija. On se odnosi na operativno upravljanje procesom razvoja. Kao rešenje ovog zahteva definiše se "Procedura upravljanja procesom razvoja" (DP_4). Minimalni zahtevi, koje mora da zadovolji procedura nalaze se u zahtevima standarda ISO 9001. Pošto ova procedura operativno upravlja izvršenjem aktivnosti koje su definisane sa parametrima projektovanja DP_1 , DP_2 i DP_3 , to je ispunjenje funkcionalnog zahteva FR_4 kvazi spregnuto sa svim ovim parametrima projektovanja.

Funkcionalni zahtev FR_5 odnosi se na integraciju procesa razvoja u globalnu strukturu poslovno proizvodnih procesa. Parametar projektovanja DP_5 definiše ovu integraciju.

Proces projektovanja se nastavlja daljim dekomponovanjem funkcionalnih zahteva i odgovarajućih parametara projektovanja na sledećem, prvom nižem hijerarhijskom nivou

Tabela 3.1 FR/DP tabela I hijerarhijskog nivoa

Index: φ.# Unapređenje tržišne pozicije organizacije				
φ#.	Funkcionalni zahtevi (FR)		Dizajn parametri (DP)	Verifi.
	Proces	Opis	Opis	
		Unaprediti kompetitivnosti organizacije		
1.	<i>Integracija QFD, ADT i EM</i>	Razviti proizvod prema zahtevima kupaca	Razvoj proizvoda vođen zahtevima kupaca	
2.	<i>Integracija DFA, DFM, ..</i>	Redukovati vreme do pojave proizvoda na tržištu	Simultani (paralelni) razvoj proizvoda i procesa	
3.	<i>Affordability DFV</i>	Minimizirati troškove u životnom veku proizvoda	Optimalni odnos cene i operativne efektivnosti	
4.	<i>Menadžment</i>	Upravljati procesom razvoja	Procedura upravljanja razvojem	
5.	<i>Integracija</i>	Integrirati proces razvoja u strukturu ključnih poslovnih procesa	Struktura ključnih poslovnih procesa	

$$\begin{bmatrix} \text{Razviti proizvod prema zahtevima kupaca} \\ \text{Redukovati vreme do pojave na trzistu} \\ \text{Minimizirati troskove u zivotnom veku} \\ \text{Upravljati procesom razvoja} \\ \text{Integrirati PR u strukturu porcesa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & X? & X? & 0 & 0 \\ X? & X & 0 & 0 & 0 \\ X? & 0 & X & 0 & 0 \\ X & X & X & X & 0 \\ X? & X? & X? & X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{Razvoj vodjen zahtevima kupaca} \\ \text{Simultani razvoj proizvoda i procesa} \\ \text{Optimalni odnos cene i efektivnosti} \\ \text{Procedura upravljana razvojem} \\ \text{Struktura kljucnih poslovnih procesa} \end{bmatrix}$$

Slika 3.1 Matrica projektovanja I hijerarhijski nivo

3.2 Unapređenje procesa razvoja - II hijerarhijski nivo

Jedan od eksplicitnih ciljeva ovog rada je da pokaže snagu aksiomatske teorije projektovanja, odnosno sistema arhitekture kao alata u projektovanju sistema. U ovom slučaju nastoji se unaprediti procesa razvoja proizvoda u cilju unapređenja kompetitivnosti organizacije. Kompletno dekomponovanje svih funkcionalnih zahteva prvog hijerarhijskog nivoa prevazilazi okvire ovog rada i ciljeva koji su postavljeni pred njega i zbog toga se u nastavku analizira dekomponovanje samo funkcionalnog zahteva FR_1 -Razviti proizvod prema zahtevima kupaca.

Savremeno koncipiran razvoj proizvoda stavlja kupca njegove zahteve, želje i očekivanja kao osnovnu liniju vodilju svih aktivnosti u procesu razvoja. Zbog toga je logično pitanje "Kako treba da izgledaju

karakteristike proizvoda da bi kupac bio zadovoljan?”. Odgovor na ovo pitanje ima dva dela ili potrban i dovoljan uslov. Potreban uslov je ispunjen, ako kupac dobije karakteristike koje traži. Da bi on bio potpuno zadovoljan proizvod mora da pokaže karakteristike bez varijacije u fazi upotrebe proizvoda (slika 4.6), što predstavlja drugi uslov.

Tako je funkcionalni zahtev FR_1 moguće dekomponovati na podfunkcionalne zahteve i odgovarajuće parametre projektovanja kao što je prikazano u tabeli 3.2 i odgovarajućoj jednačini projektovanja (slika 3.2).

Tabela 3.2 FR_1/DP_1 tabela II hijerarhijskog nivoa

Index: $\phi.1$ Unapređenje tržišne pozicije organizacije				
$\phi\#.$	Funkcionalni zahtevi (FR)		Dizajn parametri (DP)	Verifi.
	Proces	Opis	Opis	
	Razviti proizvod prema zahtevima kupaca		Razvoj proizvoda vođen zahtevima kupaca	
1.	Projektovanje	Razviti proizvod sa karakteristikama koje kupac želi	Integrirana primena metoda QFD, ADT, Tagučići, EM	
2.	Optimizacija	Optimizirati karakteristike proizvoda u odnosu na njihovu varijaciju u fazi upotrebe	Integrirana primena metoda za brzu izradu prototipa, DoE, Tagučići	
3.	Upravljanje	Upravljanje aktivnostima razvoja proizvoda prema zahtevima kupaca	CCA za razvoj proizvoda vođen zahtevima kupaca	

$$\begin{bmatrix} \text{Razviti proizvod zeljenih karakteristika} \\ \text{Razviti proizvod bez varijacije karakteristika} \\ \text{Upravljanje raz. proiz. prema zahtevima kupaca} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & X? & O \\ X? & X & O \\ X & X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{Integracija QFD, ADT, Taguci, EM} \\ \text{Integracija RP, DoE, Taguci} \\ \text{CCA za razvoj vodjen zahtevima kupaca} \end{bmatrix}$$

Slika 3.2 Jednačina projektovanja drugog hijerarhijskog nivoa

5. ZAKLJUČAK

Aksiomska teorija projektovanja (ADT) pruža fundamentalnu osnovu za razumevanje procesa donošenja odluka u projektovanju. Primena ove teorije u strateškom planiranju, odnosno razvoju i/ili unapređenju organizacije predstavlja novinu u ovoj oblasti. Sledeći to u ovom rad je kroz unapređenje procesa razvoja pokazana snaga aksiomske teorije projektovanja (ADT) i sistem arhitekture kao alata razvijenog na bazi nje u unapređenju performansi organizacije. ADT može uspešno da bude primenjena u svim projektima razvoja i/ili unapređenja poslovno proizvodnih procesa i celokupnog sistema organizacije.

LITERATURA

- /1/ Đapić, M., 2000, *Razvoj sistem za konceptualno projektovanje proizvoda i tehnologija upravljanog paradigmana totalnog kvaliteta*, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet Beograd.
- /2/ Suh, N., 1990, *The Principles of Design*, Oxford University Press.
- /3/ Hintersteiner, J., Friedman G., 1999, *System Architecture Template*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- /4/ Engelhardt, F., Nordlund, M., 2000, *Strategic Planning Based on Axiomatic Design*, First International Conference on Axiomatic Design, Cambridge, MA –June 21-23, 2000, pp. 26.- 34.
- /5/ Milačić, V., 2003, *Menadžment tehnologija*, Promotej, Novi Sad.
- /6/ Tate, D., 1999, *A Roadmap for Decomposition: Activities, Theories, and Tools for System Design*, Doctoral Thesis, Massachusetts Institute of Technology.

PROCESS DEVELOPMENT IMPROVEMENT USING AXIOMATIC DESIGN THEORY

Summary: Performance improvement is imposed by modern market condition. This paper presented an approach to organization performance improvement through product development process reengineering by using axiomatic design theory i.e. system architecture as a tool for that.



I. Lazarević, Z. Miljković, P. Bajović¹⁾

PRIMENA VEŠTAČKIH NEURONSKIH MREŽA U MODELIRANJU I PREDVIĐANJU OTKAZA FILTERA U INDUSTRIJI PRERADE VODE

Rezime

Rad ima za cilj da prikaže realizaciju sistema zasnovanog na primeni veštačkih neuronskih mreža u procesu nadzora postupka filtracije vode, ranog predviđanja otkaza filtera i inicijalnog aktiviranja operacije samočišćenja filtera, koju je neophodno ostvariti da bi sistem ispravno funkcionisao. Kako je u pogledu rada sistema najvažnija karakteristika filtera promena diferencijalnog pritiska u funkciji od protoka vode i kako je to nelinearna funkcija, to je izbor ovakvog sistema nadgledanja i kontrole procesa bio opravdan. S obzirom da sistem permanentno vrši akviziciju informacija o veličinama stanja sistema, to je moguće, uz podatke o „kišnim danima”, odrediti korelaciju između karakteristike rada filtera i spoljašnjeg atmosferskog faktora.

1. UVOD

Sistemi za modeliranje i nadgledanje procesa, kao i za rana otkrivanja i predviđanja kvarova su u velikoj meri prisutni u savremenim industrijskim procesima i sistemima. Kod procesa čiji rad zavisi od veličina koje su u tesnoj korelaciji jedna sa drugom, kao kod kotrljajnih ležajeva – strogo definisana naleganja, moguće je matematičkom regresijom ekstrapolirati radni vek u funkciji izmerenog spektra oscilacija ležajeva. Analitički modeli uspešno se koriste i kod sistema za kontrolu autonomnih ćelija za zavarivanje, kod procesa razmene toplote, kao i kod sudova pod pritiskom, itd. Mogućnost analitičkog opisa procesa uslovljava to da su za uspešno korišćenje ovih sistema često potrebna sveobuhvatna izračunavanja, koja su u dinamičkim sistemima često i neizvodljiva. Važna karakteristika je ta da se sistem mora linearizovati u okolini neke tačke za koju se predviđaju veličine stanja, s obzirom da je model adekvatan samo u toj okolini [1,2,4].

Paralelno sa tim pristupom, postoji mogućnost prepoznavanja trendova promena veličina stanja na osnovu formiranih uzročno-posledičnih pravila koja omogućavaju da se proces prati i da se predviđa njegovo ponašanje. Za ovu vrstu sistema nije potrebno definisati analitički model, ali se zahteva angažovanje eksperata koji mogu da uoče karakteristične tokove veličina i da ih jasno definišu. Za dinamičniji sistem ili sistem kod koga promene veličina stanja počnu da se odvijaju sa manjom korelacijom jedna u odnosu na drugu, analitički modeli koji opisuju sistem nisu više adekvatni, tj. javljaju se greške koje se ne mogu zanemarivati. Da bi se koncept analitičkog opisa rada sistema zadržao, a ujedno njegov rezultat koristio, razvijene su teorije koje, uz praćenje trenda promene veličina, određuju i veličinu greške u narednim iteracijama, obezbeđujući pri tome potpunije informacije o samom procesu [6].

Krajem osamdesetih, primena veštačkih neuronskih mreža (VNM) dobija na popularnosti u svim granama ljudske delatnosti, pa i u upravljanju tehnološkim procesima, kao i u predviđanjima otkaza tehnoloških sistema. Razvijeni sistemi VNM su raznovrsni, ali se sa odgovarajućim karakteristikama izdvaja nekoliko vrsta VNM koje je moguće koristiti za širok spektar aplikacija [3]. Osnovne prednosti, koje imaju VNM kao paradigma za rešavanje inženjerskih problema, prvenstveno se odnose na mogućnost uspešnog predstavljanja linearno nezavisnih karakteristika procesa, njihovog doobučavanja, kao i na sposobnost da se mogu, postupcima univerzalne aproksimacije, informacije dobijene od senzora u toku procesa, koje se veoma razlikuju od veličina stanja o kojima dati senzor treba da da informaciju, dovesti u realne okvire [5].

2. SISTEM ZA KONTROLU RADA I PREDVIĐANJE OTKAZA FILTERA

2.1. Opis rada baterije filtera

Baterija filtera se sastoji od šest redno vezanih filtera definisanih tehnološkim projektom. Filteri navedenim redom čine pomenutu bateriju: grubi prefilter, filter sa peskom, filter sa aktivnim ugljem, drugi grubi filter filtracije do 3 μ m i filteri od 1 i 0,2 μ m. Otkaz svakog od filtera ne dovodi automatski do zaustavljanja procesa rada, s obzirom da nakon filtracije postoji prihvatni sud za filtriranu vodu, ali se zaustavlja rad

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

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

pumpi. Karakteristika rada filtera je promena diferencijalnog pritiska Δp_i pri protoku određene količine vode. Sam proces je upravljan preko Siemens S7 SIMATIC PLC-a, a definiše ga 35 veličina stanja koje se neprestano mere i na osnovu kojih se vrši kontrola procesa.

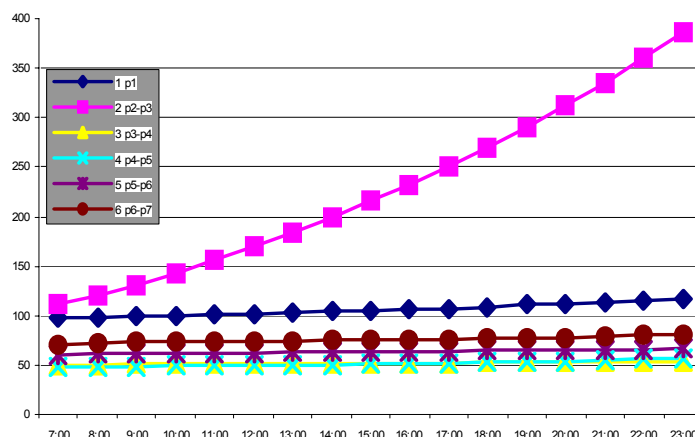
Kako se pristupilo rešavanju problema bez dodatnih informacija od strane isporučiooca filtera, bilo je potrebno prvo snimiti karakteristiku rada svakog filtera u funkciji od protoka vode kroz sistem. Za to je korišćena veza PLC-PC i to preko RS-485 → RS-232 konvertora. Akvizicija podataka se vrši svakog minuta, dok se normalizacija veličina stanja izvršava u 12 koraka za svaku veličinu ponaosob. To je moguće, budući da se informacija o protoku vode kroz sistem dobija u l/min, sa ciljem da se akvizicijom na taj način doteraju ekstremne veličine stanja koje se dobijaju od senzora s obzirom na njegovu netačnost, *bias*-e i poremećaje pri prenosu.

2.2. Analiza rada sistema i formiranje ulazno-izlaznih parametara

Iako je sistem predviđen da radi neprekidno u automatskom režimu rada, dosadašnji režim rada traje 16 sati u toku dana. Podaci se memorišu pomoću Microsoft Jet 4.0 RDBS-a koristeći ADO implementaciju objekata. Softver koji vrši akviziciju podataka – *SimCom* je urađen korišćenjem Microsoft[®] *VisualBasic*-a (Slika 1). Svaki ciklus se zapisuje u posebnoj tabeli-bazi podataka. Poseban sistem pravila koji definiše ispravan rad sistema (odnosi diferencijalnih pritisaka na filterima, davači nivoa vode u sudovima, indikatori stanja trokrakih i leptir ventila i sl.) se koriste tako da se, bez ljudskog angažovanja, iz „dnevnika“ rekonstruiše rad sistema svakog minuta, a na osnovu toga se formiraju: „lična karta“ za svaki filter ponaosob i obučavajući parovi neophodni za treniranje „backpropagation“ VNM takođe za svaki filter ponaosob, a kao prateća mogućnost, uz dodatne podatke o kišnim danima, daju se i tehnološke studije uticaja padavina na kvalitet vode na datom geografskom području, uz elaborat tehnološkog uticaja vode na filtere.



Slika 1. Radni ekran *SimCom* aplikacije



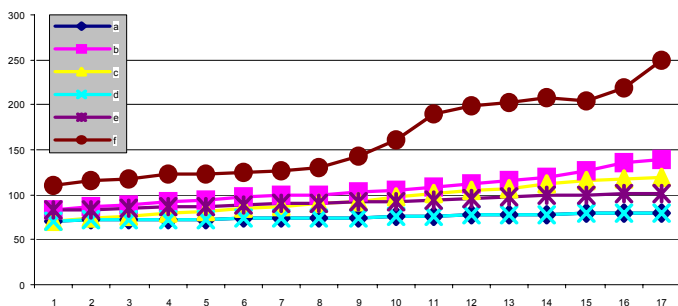
Slika 2. Promena diferencijalnih pritisaka svih šest filtera tokom jednog radnog ciklusa

Na slici 2 je moguće uočiti promenu padova pritiska u toku jednog radnog dana baterije filtera i uočava se da samo drugi filter ima nešto veću promenu pada pritiska. Dalje, na slici 3 se nalazi zbirni prikaz promene karakteristike šestog filtera u zavisnosti od stanja koja su u nastavku objašnjena. Izdvajaju se sledeća stanja:

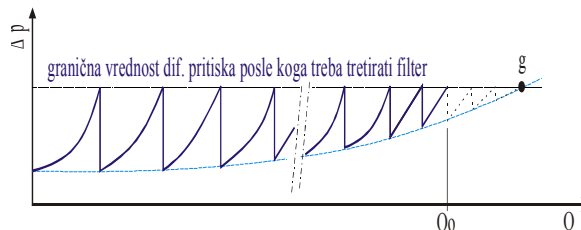
- Vidi se da je u toku normalnog rada, promena pada pritiska u jednom satu (za oko 9000 litara vode koja se filtrira), gotovo linearna. Inkrement promene iznosi 1 – 2 mbara /čas.
- Ukoliko dođe do naleta čestica 1-3 μ m, dolazi do rasta pritiska po inkrementu 2-3 mbara / čas.
- Ukoliko dođe do udara organske materije inkrement promene je kao pod b), ali je tada potrebno uzeti u obzir i povećani inkrement promene diferencijalnog pritiska na filteru sa peskom.
- Ukoliko dođe do naleta čestica preko 30 μ m (talog), promena inkrementa je kao pod a) ali uz znatno povećanje inkrementa diferencijalnog pritiska predfiltera.
- Za nalete čestica od 3-5 μ m, opterećen je peti filter, a šesti ima inkement 1 – 1,5 mbara/ čas.
- Za nalete čestica ispod 1 μ m dolazi do naglog povećanja inkrementa šestog filtera do 20 mbara/ čas.
- Ukoliko je promena inkrementa u nekoliko poslednjih koraka negativna, došlo je do havarije filtera i proces treba pod hitno prekinuti.

Šesti filter je najskuplji element u celoj bateriji tako da mu pravovremeno korektivno održavanje znatno produžava radni vek. On se uvek po završetku ciklusa potapa u rastvore sirćetne kiseline, no vremenom i pored održavanja, on smanjuje svoju moć filtracije. Tako, na slici 4 se vidi da u jednom trenutku i pored

održavanja on neće moći da obavlja filtraciju dalje, jer će doći do njegovog otkaza (stanje pod g). Stoga je vrlo bitno ovde naglasiti, da kada diferencijalni pritisak poraste do određene granice, proizvodnja vode mora da se zaustavi i on mora da se opere u celosti. Kako za razliku od ostalih filtera, čija procedura samopranja traje 1-2 minuta, on zahteva proces od 2 do 3 sata, veoma je važno otkriti trenutak kada on više i posle održavanja neće biti u mogućnosti da vrši filtraciju u punom radnom ciklusu (trenutak posle tretirane količine vode Q_0).



Slika 3. Karakteristika šestog filtera - režim rada



Slika 4. Životni vek šestog filtera

2.3. Formiranje i obučavanje VNM

Iz svega do sada navedenog, nameće se zaključak da je potrebno za svaki filter ponaosob kreirati i obučiti VNM, čime će biti omogućeno da se predvidi potrebno vreme do njegovog korektivnog održavanja (uz predviđanje promene diferencijalnog pritiska) i koliko još ciklusa može da radi do tačke $[Q_0, \Delta p_{gr}]$ sa grafika, prikazanog na slici 4. Treba napomenuti, da se u okviru analize mogao uključiti i sistem takođe zasnovan na VNM, koji bi imao za cilj davanje informacije o tome u kom režimu rada se nalazi filter (stanja sistema data od a – g). Naime, ovo će biti razmatrano u nekom budućem radu na usavršavanju ovog pristupa, kroz primenu i ART-1 VNM.

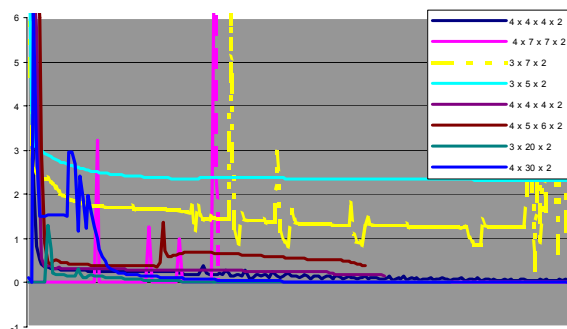
Budući da je jedan od parametara i protok vode kroz filtere od početka ciklusa, i da on, kako ciklus odmiče, veoma raste za razliku od ostalih parametara koji se menjaju u grubim granicama 1-1000, obučavane su dve mreže – prva sa tri neurona u ulaznom sloju i druga sa četiri neurona. Prva tri neurona kod obe VNM čine podaci o broju dana od kada je filter instaliran, zatim prethodne vrednosti diferencijalnog pritiska na filteru i vrednost diferencijalnog pritiska na početku sledećeg ciklusa, s tim što četvrti neuron prihvata podatke o tačnom protoku vode kroz sistem od početka ciklusa, dat u litrima. U izlaznom sloju prvi neuron predstavlja promenu diferencijalnog pritiska u narednom ciklusu, a drugi neuron broj dana do korektivnog održavanja. Ovo je bilo potrebno ugraditi u sistem VNM zato što bi, u protivnom, prva mreža bila obučena u potpunosti samo za šesnaestočasovno radno vreme, dok uvođenjem i druge mreže u ciklus, omogućava se sagledavanje potpunije slike, sa promenljivim režimima rada.

Nakon obrade podataka koji su prikupljeni u periodu od tri meseca, te prepoznavanja i eliminisanja informacija koje je sistem memorisao u trenutku kada je jedan deo ili ceo sistem bio u otkazu, pristupilo se obučavanju VNM. Za te potrebe, korišćen je softver *BPNET*[®] [7]. Formirano je 2112 obučavajućih parova, a struktura VNM i vrednosti obučavajućih parametara su menjani. Na slikama 5 i 6 se vidi promena komparativne greške i srednje apsolutne greške (zahtevanih vrednosti) u zavisnosti od broja iteracija, zaključno sa 10000-tom iteracijom.

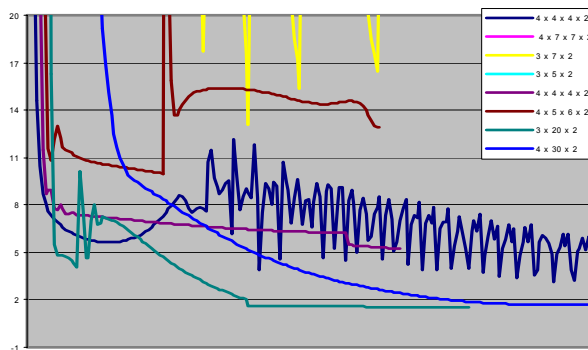
Dozvoljena vrednost greške je bila 1,5. Da bi se smanjila mogućnosti uvođenja VNM u oblast lokalnih minimuma, nekoliko puta su menjane inicijalne vrednosti težinskih koeficijenata i *bias*-a neurona.

3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Kako se sa slike 7 vidi, dobijeni model ponašanja filtera, korišćenjem VNM kao paradigme za njegovo definisanje, vrlo blisko opisuje pravo ponašanje filtera. Mreža sa 3 neurona (3 x 20 x 2) u ulaznom sloju je već bila obučena posle oko 3000 iteracija, dok je mreža sa četiri neurona (4 x 30 x 2) bila obučena negde posle 7500 iteracija. Ovde se napominje da se proces obučavanja izvodio sa parametrima obučavanja $\mu=\lambda=0,002$ (generalisano delta pravilo). Četvoroslojne mreže nisu dale zadovoljavajuće rezultate bez obzira na konfiguraciju i to u slučaju, kako sa tri neurona u ulaznom sloju zbog brzine konvergencije greške, tako i sa četiri neurona, zbog vrlo brzog ulaska u lokalni minimum.

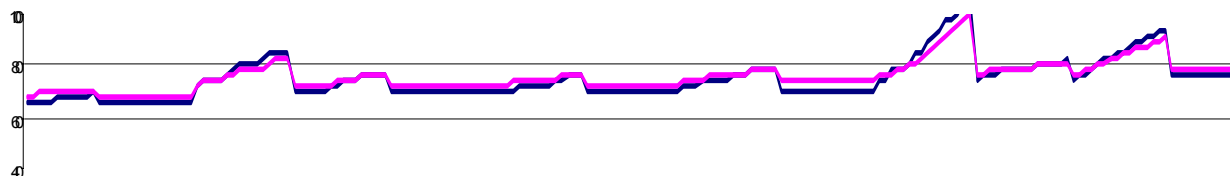


Slika 5. Komparativna greška



Slika 6. Vrednosti apsolutne greške

Na slici 7 je moguće uočiti da je promena diferencijalnog pritiska u zavisnosti od vremena, dobijena obučavanjem VNM (plavom bojom data) i u realnim uslovima (crvenom bojom data), ostvarena sa veoma velikom sličnošću, što je i analiza grešaka VNM (slika 5 i 6) potvrdila.



Slika 7. Prikaz modela ponašanja filtera korišćenjem VNM

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad je imao za cilj da predstavi novu primenu veštačkih neuronskih mreža (VNM), u modeliranju i predikciji otkaza sistema filtera u industrijskoj preradi vode, kao jedne od strateških grana privrede i kod nas i u svetu. Eksperimentalna verifikacija je pokazala da se rezultati dobijeni u realnim uslovima mogu iskoristiti za uspešno obučavanje VNM, a uz uključivanje i primenu ART-1 veštačke neuronske mreže u domen tehnološkog prepoznavanja režima rada filtera, sistem industrijske prerade vode će biti uveden u stanje značajne autonomnosti.

5. LITERATURA

- [1] Sorsa, T., Koivo, H.N., Koivisto, H., Neural Networks In Process Fault Diagnosis, *IEEE Transactions on systems*, Vol. 21, No. 4, July/August 1991.
- [2] Liang, S., Kurffes, T., Danyluk, S., Dynamic Metrology as a Bearing Wear Diagnostic, *Report from Georgia Tech. University*, 1999.
- [3] Magali, R.G., Paulo, E.M., Marcelo, G.S., A Comprehensive Review for Industrial Applicability of Artificial Neural Networks, *IEEE Transactions on industrial electronics*, Vol. 50, No. 3, June 2003.
- [4] Gunnar, B., Process and Quality Monitoring and Control - Review of welding processes and their characteristics for monitoring and control, *Dept. of Mechanical Engineering, Lund University*, 1998.
- [5] Card, J.P., Chan, W.T., Cao, A., Martin, W., Advanced Analysis of Dynamic Neural Control Advisories for Process Optimization and Parts Maintenance *SEMATECH XIV AEC/APC Symposium*, 2002.
- [6] Glenn, J.B., Regression-Based Statistical Process Control, *AMP Journal of Technology*, Vol. 3, Nov. 1993.
- [7] Miljković, Z., Sistemi veštačkih neuronskih mreža u proizvodnim tehnologijama (ISBN 86-7083-455-3), Monografija, *Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu*, 2003.

Application of Artificial Neural Networks in Modelling and Prediction of Filter Damage in the Industry of Water Manufacture

Summary

This paper aims to show the realisation of the system based on artificial neural networks application in the process of monitoring of water filtration procedure, early prediction of filter damage and initial activation of selfcleaning, which is necessary to carry out so that the system would function properly. The most important characteristic of the filter is the change of differential pressure in the function of water flow, and as this is a nonlinear function, the choice of such supervising system and control process is justified. Considering the fact that the system permanently does the acquisition of information about the system state, it is possible, by using data about "rainy days", to define correlation between the characteristic of filter operation and outward atmosphere factor.



V. N. Radić¹

ZAVARIVANJE EKSPLOZIJOM: OD PRINCIPA DO PRAKSE

Rezime: *Od prvih pokušaja primene do izuzetno uspešnih aplikacija u raznim oblastima tehnike (mašinogradnja, elektrotehnika, hemijska i petrohemijska industrija), tehnologija zavarivanja eksplozijom pokazala je svoju održivost u odnosu na neke druge tehnologije. Kapaciteti za primenu ove tehnologije u svetu nisu veliki u odnosu na klasične tehnologije, mašine alatke i prateću opremu. Međutim, rezultati koji su ostvareni u periodu od preko 50 godina svedoče o impresivnim dostignućima, čija evaluacija tek treba da dosegne maksimum.*

Ključne reči: *zavarivanje eksplozijom, klasične tehnologije, kombinacije metala, kapaciteti*

1. UVOD

Zavarivanje eksplozijom ima istorijski kontinuitet u kome su najpre ispitivane mogućnosti spajanja dva i više metala i legura, kasnije ostvarivane mnogobrojne kombinacije, da bi se u poslednjih nekoliko godina ostvarila minijaturizacija sklopova, proširili domeni novih kombinacija metala i legura za vrlo specifične uslove primene i rada.

Pored osnovnih svojstava kojima se ova tehnologija razlikuje od ostalih tehnologija – vrlo kratak vremenski interval u kome se vrši spajanje metala-legura (reda mikrosekunde), spajanje dva i više metala-legura (bimetali i višeslojni uzorci), ostvarivanje kombinacija koje nije moguće ostvariti drugim tehnologijama, nepostojanje skupih, glomaznih i tehnički složenih sistema hlađenja, cirkulacije toplote, električne energije, izgradnja objekata, itd. – dugogodišnje postojanje i uspešnost zavarivanja eksplozijom, kao i kvalitet dobijenih poluproizvoda, najviše svedoče o nespornim tehničko-tehnološkim prednostima.

Ono što se, eventualno, može deklarirati kao nedostatak jeste potreba izolovane sredine u kojoj se ostvaruju najrazličitije kombinacije metala-legura. To podrazumeva poligonska ispitivanja i rad van urbane sredine, korišćenje napuštenih rudnika, otvora u stenama ili priručnih uslova u okolini. Naravno, primena svih mera bezbednosti je izuzetno naglašena, pa se proceduri i "recepturama" poklanja velika pažnja.

Fizikalnost procesa kojim se ostvaruje konkretna kombinacija metala-legura analizirana je pre više od 40 godina. Međutim, pored svih prednosti kojima se karakteriše, ova tehnologija nije maksimalno realizovala svoje potencijale u industriji. Tokom poslednjih 25 godina proizvođači su informisali o velikom broju kombinacija ostvarenih energijom eksplozije. Kombinacije se mogu ostvariti sa zahtevanim svojstvima vrlo različitih metala, što omogućava da projektant ili konstruktor optimizira performanse tih kombinacija za primenu na velikim temperaturama, u kriogenim uslovima, za uslove velike črstoće, termičke ili električne provodljivosti, povećanih mehaničkih svojstava, korozione otpornosti ili nekih drugih aplikacija.

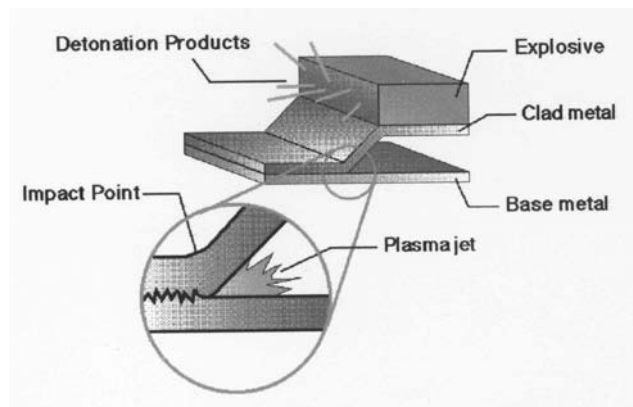
2. KONTROLA PROCESA

Zavarivanje eksplozijom se razmatra kao proces spajanja u čvrstoj fazi, u kome se kontrolisana energija eksploziva koristi kao sila za spajanje dva i više metala zajedno pod visokim pritiskom (slika 1). Rezultujući kompozitni sistem ima vrlo visoki kvalitet metalurškog spoja. Vreme trajanja involvirano u zavarivanje eksplozijom je toliko kratko da je zona reakcije između metala konstituenata mikroskopska.

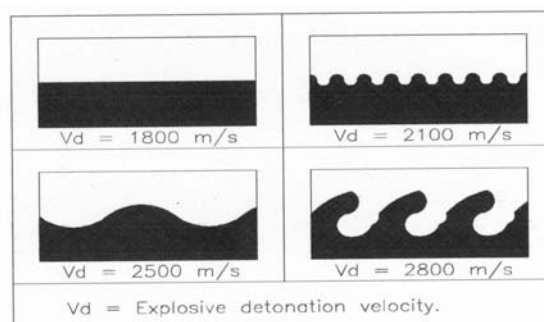
¹ Doc. dr Vlado N. Radić, viši naučni saradnik

Ministarstvo odbrane, Sektor za vojnoprivrednu delatnost, Birčaninova 5, Beograd, 3203359, e-mail:bmc@eunet.yu

Tokom procesa spajanja, nekoliko atomskih slojeva na površini svakog metala pretvara se u plazmu. Ugao sudara (kolizije) između dve površine (tipično manji od 30°) deluje da struja plazme ispred fronta sudara efikasno "čisti" obe površine metala koji se spajaju. Preostala debljina metala je na temperaturi približnoj ambijentalnoj i deluje kao veliki toplotni ponor. Zbog toga linija spoja predstavlja oštar prelaz od metala koji se spaja i osnovnog metala, tako da virtuelno nema degradacije njihovih početnih fizičkih i mehaničkih svojstava. Doprinos ovoga procesa je očiglednost spajanja metalurški inkompatibilnih sistema. Bilo koja konvencionalna metoda u kojoj se koristi toplota može prouzrokovati stvaranje krtih intermetalnih spojeva.



Slika 1. Princip zavarivanja eksplozijom



Slika 2. Varijante talasne morfologije spoja

Proizvodnja multilaminata zavarivanjem eksplozijom podrazumeva poznavanje fenomenologije procesa i sposobnosti da se on iskoristi za dobijanje kvalitetnih kompozita. Da bi se ostvario kvalitetan spoj, promenjive koje utiču na formiranje spoja moraju se kontrolisati. Amplituda i dužina talasa formiranog tokom zavarivanja eksplozijom mogu se kontrolisati preko tri osnovna parametra: brzina detonacije (V_D), opterećenje eksplozijom i rastojanje između ploča metala. Formirani talas na liniji spoja (slika 2) često se mora opisivati kao posledica sudara struja fluida. Dva konstitutna metala mogu stvarati viskozne fluide u zoni reakcije u obliku laminarnog i turbulentnog toka, za koje se može izračunati Rejnoldsov broj. Pri sudaru toka fluida, interfejs turbulencije kontroliše se preko brzine detonacije i ugla sudara. Morfologija interfejsa je bitna za neke specifične aplikacije. Na primer, ona može biti talasna kako bi se povećala smicajna čvrstoća tranzitnog spoja. Takođe, može se zahtevati da bude ravanska u sistemu gde zona reakcije mora biti minimizirana iz termalnih razloga ili gde je potrebno da se poznaje dubina linije spoja na mikroskopskom nivou.

Naravno, važno je poznavati metalurgiju posebnih sistema kada se biraju parametri spajanja. U vrlo turbulentnom talasnom uzorku, primećuju se lokalizovani "istopljeni džepovi" na grebenu talasa. Ti "džepovi" mogu da sadrže različite binarne legure, brzo očvrslu mikrostrukturu i intermetalne smeše. Neki sistemi koji formiraju vrlo stabilne intermetalne smeše mogu pri visokom pritisku formirati kontinuirane slojeve smeša. Tako spoj sa kontinualnim intermetalnim slojem, obično, ima visoku čvrstoću na istezanje, malu duktilnost i otpornost na udar. Takođe, slabo reaguje na zagrevanje.

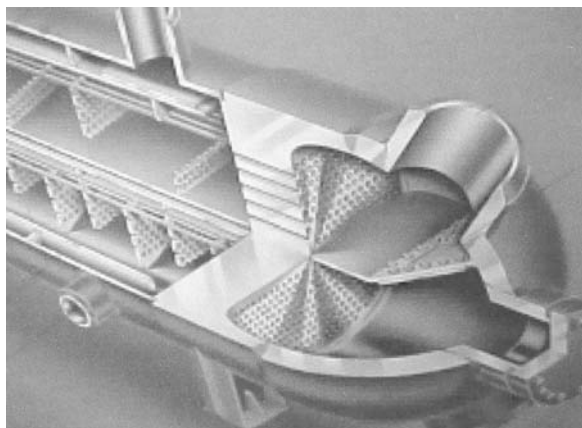
Problem ekstremne metalurške inkompatibilnosti može se prevazići dodavanjem međuslojeva. Međusloj se bira ili zbog povećanja kompatibilnosti oba konstitutna metala ili zbog omogućavanja termalnih prelaza koji mogu dovesti do problema u upotrebi. Visoka temperatura topljenja međuslojeva omogućava da se tranzitni spojevi konvencionalno zavaruju sa njihovim metalnim srodnicima, bez obzira na difuziju koja podrazumeva određene greške ili degradaciju spoja.

Eksplozijom zavareni multilaminati imaju skoro idealna svojstva kompozita, tj. snažnu tranziciju između slojeva, fizička i mehanička svojstva koja su konstantna ili povećana između individualnih međuslojeva i metalurški spoj između slojeva. Ti kompoziti mogu se koristiti u širokom varijetetu industrijskih i strategijskih aplikacija. Visok integritet spoja omogućava projektantima i konstruktorima da efikasnije iskoriste specifična zahtevana svojstva metala. Tranzicioni spojevi između metala sa vrlo različitim temperaturama topljenja mogu se generisati sa odgovarajućom difuzionom barijerom međusloja. Tanki egzotični metali sa unikalnim zahtevanim svojstvima mogu se metalurški inkorporirati spolja ili unutar

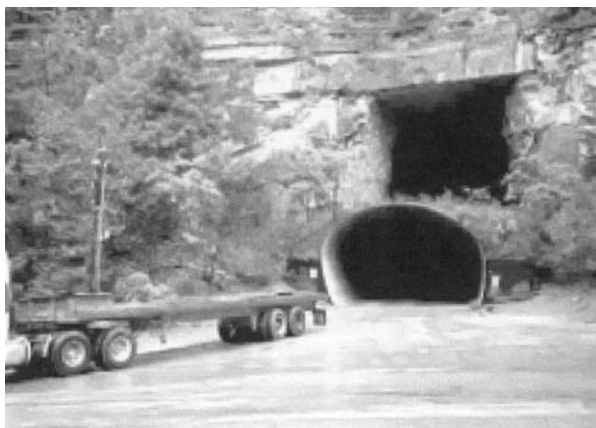
metalne matrice. To omogućava ekonomičniju upotrebu strategijskih metala, dok olakšava prevazilaženje konstrukcionih uslova i ograničenja koja se opažaju u mehaničkim metodama spajanja.

Spajanje eksplozijom može se koristiti u različitim geometrijama – ravanska i konfiguraciona (cilindri, metalni spojevi cev-ploča, izmenjivači toplote, itd.). Ploče se ubrzavaju jedna prema drugom energijom eksplozije, a prema veličini ugla sudara, ploče, količini i vrsti eksploziva definišu se i određena svojstva spojeva (oblik, dužina, amplituda, struktura).

Na slici 3 prikazan je izmenjivač toplote koji je realizovan od materijala dobijenih korišćenjem energije eksplozije, a na slici 4 frontalni ulaz u komoru (radni prostor bivšeg rudnika) u kojoj se odvija proces zavarivanja eksplozijom.



Slika 3. Izmenjivač toplote



Slika 4. Ulaz u komoru (frontalni prikaz)

Zavareni bimetalni spojevi su najčešće korišćene aplikacije eksplozijom spojenih metala, a oblikovanje takvih spojeva izvodi se rutinski - valjanjem do određenih debljina što predstavlja uobičajen mehanički tretman materijala.

4. ZAVARIVANJE EKSPLOZIJOM I DOBIJANJE IZMENJIVAČA TOPLOTE

U procesu zavarivanja metalnih ploča eksplozijom postoje određeni koraci koji se moraju poštovati zbog sigurnosti direktnih učesnika u radu, kao i zbog ostvarenja visokog kvaliteta proizvoda.

Priprema eksploziva podrazumeva pripremu amonijum-nitrata prema fabričkim specifikacijama, destilaciju ulja, mešanje komponenti prema propisanoj recepturi, dodavanje rastvarača da bi se dobio eksploziv sa tačno proračunatom brzinom detonacije. Mešanje se vrši pri odgovarajućoj temperaturi i kontrolisanoj vlažnosti, a veličina čestica kontroliše se u tačno određenom vremenskom intervalu i verifikuje analizom preko sita. Gustina serije mešavine se proverava merenjem i snimanjem.

Priprema pre zavarivanja (spajanja) obuhvata dopremanje metalnih ploča, ulaznu inspekciju (fizička kontrola dimenzija, stanja površine, ravnoće i drugih svojstava). Metal mora biti obrađen po ivicama ili ospečen, a sa ugljeničnog i niskolegiranog čelika mora se skinuti zgura. Obe površine metala koji se zavaruju moraju se očistiti abrazivnim sredstvom. Svi spojevi se snimaju radiografski i konstatuje spojenost površina. Kada to kupac zahteva, posle operacije zavarivanja spojene ploče se zagrevaju radi stabilizacije ugljenika. Nakon zagrevanja ploče se transportuju na operaciju brušenja.

U eksplozivnoj komori, u stvari, ranijem rudniku, metalne ploče dovoze se u komoru kroz ulazna vrata i tunel (slika 4). Proračunato na dnevnoj bazi proizvodnje, kamionima se dovoze ploče i pripremaju sklopovi. Postoji mogućnost, u zavisnosti od dimenzija priprema, da se simultano izvrši detonacija nekoliko pripremljenih sklopova. Otvor u rudniku zahteva i po nekoliko časova za ventilaciju zagrejanih i drugih gasova. Dizalicama i kamionom postavljaju se sklop ploča na određeno mesto, a oprema se evakuise. Neki metali zahtevaju predgrevanje, pa se koristi otvoreni plamen. Pirotehničari postavljaju detonatore, detonirajući štapin i elektrookidač. Sve operacije inicijacije obavljaju se spolja, simultano na nekoliko radnih mesta. Upotreba komore (rudnika) omogućava rad u svim vremenskim uslovima. Rudnik i komora se

ventiliraju i tek pošto se sav dim i zagrejani gasovi ventiliraju napolje, moguće je ponovo prići kamionima i dizalicama i izvršiti transport zavarenih ploča u industrijsko postrojenje.

Posle zavarivanja (spajanja) dve i više ploča vrši se zagrevanje u pećima radi relaksacije zaostalih naprežanja. Neke ploče se moraju poravnati prolazom kroz valjaonički stan ili pod presom. Ultrazvučna kontrola je automatizovana i koristi se u cilju verifikacije metalurškog spoja. Ukoliko je konačan proizvod spojena kombinacija metala-legure, onda se na njemu vrše ispitivanja i kontrole, propisane metodologijom i ugovorom između proizvođača i kupca, s tim da se kalibracija svih mernih uređaja i instrumenata podrazumeva. Konačna isporuka mora biti praćena celokupnom dokumentacijom u pisanom obliku (sertifikati, uverenja, rezultati ispitivanja).

Deformacija eksplozijom. Spajanje eksplozijom generiše sile tako da se tokom spajanja metala dostižu lokalizovani pritisci reda 30 GPa, a ta deformacija za posledicu ima smanjenje debljine metala i poravnanje površine. Tokom sudara sile teže da smanje debljinu ploče metala, koja je funkcija početne tvrdoće i debljine. Meki materijali veće debljine više teže da smanjuju debljinu nego tvrđi metali manje debljine. Stoga, strogo je propisano da se počinje sa materijalom veće debljine i naknadno obrađuje mehaničkim putem. Standardno poravnanje eksplozijom spojenih materijala je poznata činjenica i u zavisnosti od vrsta materijala ova operacija je potrebna – sa zagrevanjem ili bez njega.

- a) **Integritet spoja.** Eksplozijom ostvareni spojevi se odlikuju visokim kvalitetom, posebno u aplikacijama ultra-visokog vakuma (UHV).
- b) **Ispitivanje.** Ultrazvučne inspekcije izvode se prema određenim standardima i mehaničkim tehnikama, posebno za specificirane aplikacije u kojima su izražena svojstva visokih radnih pritisaka, temperatura i korozije.
- c) **Linearnost linije spoja.** Ponašanje konstituentnih metala pod pritiskom eksplozije slično je viskoznom fluidu, što dovodi do prirodnog očavanja linije spoja. Talasna linija može se kontrolisati, ali može pričinjavati i teškoće u zadržavanju uskih tolerancija linije spoja. Linearnost linije spoja zavisi od karakteristika sistema i debljine ploča metala i ona se mora održavati stalnom kontrolom.

5. ZAKLJUČAK

Tehnologija zavarivanja eksplozijom poznata je preko 50 godina, iskustva u dobijanju vrlo specifičnih kombinacija koje se primenjuju u različitim uslovima (visoki pritisci, temperature, agresivne sredine, udar) su izuzetna, ali industrijska aplikacija ove tehnologije još nije doživela maksimum. Primena energije eksploziva, sama po sebi, ima određeni psihološki domen, pa veće proizvodne aplikacije tek treba očekivati. Sva nastojanja da to bude u nekoliko sledećih godina ili deceniji usmerena su na isticanje visokih potencijala, jednostavnost, kratkovremenost i, iznad svega, izvanredne tehničke prednosti – dobijanje kombinacija koje se drugim tehnologijama ne mogu ostvariti (ili je to povezano sa velikim troškovima inputa).

6. LITERATURA

- [1] Blazynski, T. Z., Explosion Welding, Forming and Compaction, 1983, Applied Science Publishers, London & New York
- [2] Crossland, B., Explosive Welding of Metals and its Application, 1982, Clarendon Press, New York
- [3] Ezra, A. A., Principles and Practice of Explosive Metalworking, 1983, Industrial Newspapers Limited
- [4] Radić, V., Formiranje granice prekida pri zavarivanju eksplozijom više ploča, XXIX Jupiter konferencija, Beograd, 2003.
- [5] Radić, V., Momirović, V., Service conditions, properties, structures and material tailoring obtained by explosive welding, XXIX Jupiter konferencija, Beograd, 2003.

S u m m a r y

Explosion welding or bonding is a solid state welding process that is used for the metallurgical joining of metals. Explosion welding can be used to join a wide variety of dissimilar or similar metals. Simply stated, explosion bonding uses the controlled detonation of explosives to accelerate one or both of the constituent metals into each other in such a manner as to cause the collision to fuse them together.



B. Dimitrov*

ODREĐIVANE GRANIČNOG ODNOSA PRI DUBOKOM IZVLAČENJU LIMA EKSPLOZIJOM

Izvod: Poznato je da brzina deformisanja pri dubokom izvlačenju, ako se radi o konvencionalnim postupcima obrade plastičnim deformisanjem, ne utiče bitno na sam proces obrade. Međutim kada se radi o nadzvučnim brzinama obrade kao što je oblikovanje eksplozijom brzina deformisanja ima presudan uticaj. U ovom radu se prezentira određivanje graničnog odnosa pri dubokom izvlačenju lima energijom eksplozije. U radu se prikazuje takođe i oprema korišćena za izvođenje eksperimenata koja je specijalno izrađena za ovaj eksperiment.

Ključne reči: Duboko izvlačenje, granični odnos, energija eksplozije

UVOD

Univerzalni kriterijum, koji bi omogućio kvantitativno i kvalitativno ocenjivanje sposobnosti materijala ka oblikovanju, a na osnovu mehaničkih svojstava materijala ne postoji.

Ocena obradljivosti metala obavlja se za svaku karakterističnu operaciju obrade deformisanjem, posebno na osnovu eksperimenta u uslovima bliskim realnim. Pri tome se određuju najbitniji pokazatelji određene tehnološke operacije, na osnovu čega se i ocenjuje mogućnost obrade materijala za neku operaciju plastičnog deformisanja.

Sposobnost materijala za uspešnu obradu dubokim izvlačenjem predstavlja važnu karakteristiku s obzirom da se većina elemenata od lima izrađuje postupkom dubokog izvlačenja.[1]

Ispitivanjem plastičnih svojstava lima pri izvlačenju na presama bavilo se dosta istraživača i o tome postoji veliki broj radova i podataka.

Metode za ocenu obradivosti materijala pri visokobrzinskom oblikovanju još nisu dovoljno razrađene. Hidroeksplozivno izvlačenje može da posluži za ocenu plastičnih svojstava lima određivanjem graničnog odnosa izvlačenja. Međutim, pri tome je neophodno uzeti u obzir uticaj na obradivost lima niza specifičnosti samog procesa deformisanja lima.

Prilikom obrade na presi, ma koliko bila njena normalna sila, nemoguće je predati obratku energiju veću nego što je potrebno za dobijanje određenog oblika. U tom slučaju energija potrebna za oblikovanje, ili sila izvlačenja zavise uglavnom od mehaničkih svojstava materijala, geometrijskih odnosa priprema, geometrije alata i drugih tehnoloških faktora. Zbog toga se granični koeficijent izvlačenja kod istih ostalih faktora određuje se na osnovu mehaničkih karakteristika materijala i ne zavisi od sile prese.

Kod izvlačenja eksplozijom u vodi istim obratcima može biti predata različita količina energije. Drugim rečima, ako se zadrže konstantni svi tehnološki parametri (visina postavljanja eksploziva, dimenzije priprema, kalup i dr.) to se jedan te isti obradak može dobiti različitim količinama eksploziva. Pri tome se višak energije predat obratku gubi pri udaru istog o čelo kalupa. Na taj način energija eksplozije troši se ne samo na plastično deformisanje obradka, već određeni deo prelazi u kinetičku energiju obratka. Usled toga granični koeficijent izvlačenja zavisi ne samo od mehaničkih svojstava metala no i od veličine predate energije obradku, odnosno od količine eksploziva.[2]

Druga specifičnost procesa izvlačenja eksplozijom je velika brzina deformacije priprema. Dok su pri izvlačenju na presi brzine deformacije male, to su pri obradi eksplozijom one srazmerne brzinama prostiranja talasa po materijalu koji se obrađuje.

Pri hidroeksplozivnom izvlačenju, u početnom periodu veličine brzine i ubrzanja u materijalu obratka dostižu najveće vrednosti, posebno u delu prelaznog zaobljenja kalupa, što izaziva povećanje deformacija u toj zoni. Od tog uskog prstenastog žarišta deformacije počinje prostiranje uzdužnih talasa, pod čijim dejstvom se materijal iz susednih zona premešta u zonu deformacije. Deformacija se iz opasne zone širi prema krajevima obradka brzinom prostiranja plastičnih uzdužnih talasa.

* Prof. dr Bogoljub Dimitrov, Institut za bakar - Bor: E-mail: bogoljub@ibb.rtb.bor.ac.yu

Pri takvom razvoju deformacije najkritičniji je početni trenutak, kada venac obradka još nije počeo da se pomera, pa tečenje metala u radialnom pravcu nastaje samo na račun intenzivnog stanjenja lima na prelaznom zaobljenju matrice.

Pomeranje venca počinje tada kada uzdužni talasi stignu do njegovog slobodnog kraja. Ako za to vreme, u najopasnijoj zoni ne nastanu granične deformacije, počinje intenzivno pomeranje venca čime je obezbeđeno uspešno izvlačenje obradka. U suprotnom slučaju u pomenutoj zoni obradka nastaje razaranje.

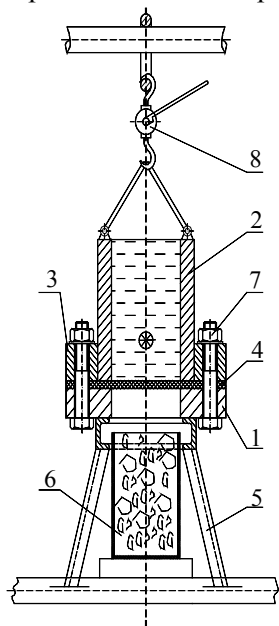
Otuda sledi da što je veća količina eksploziva pri ostalim istim uslovima, to pripremak dobija veću početnu brzinu i opasnost od razaranja se povećava. Takođe sa povećanjem prečnika pripreмка, tj. dimenzija njegovog venca, vreme za koje počinje njegovo pomeranje se povećava, te se stvaraju uslovi za pojavu i povećanje lokalnog stanjenja lima i razaranja obradka po prelaznom radijusu zaobljenja. Na osnovu gornjih razmatranja može se konstatovati da je veoma bitno odrediti optimalnu količinu eksploziva.

EKSPERIMENTALNO ODREĐIVANJE GRANIČNOG ODNOSA IZVLAČENJA

Kako je cilj ovog rada da se dubokim izvlačenjem pomoću eksplozije u vodi dobiju danca određenog odnosa izvlačenja, a podaci o mogućnosti izvlačenja velikim brzinama Č0361 i Cu 99% ne postoje, ili su veoma oskudni, to je bilo potrebno sprovesti takav eksperiment i utvrditi mogućnost plastičnog deformisanja lima na manjem alatu i sa manjim proporcijama kako bi se došlo do pravilnog zaključka.

U tu svrhu je urađen alat sa kojim je vršeno ispitivanje obradljivosti, odnosno određivanje graničnog odnosa izvlačenja.

Izvođenje eksperimenta koji će biti prikazan u ovom radu vršeno je na poligonu Površinskog kopa Rudnika bakra Bor. Ispitno mesto sa kompletnom opremom prikazano je na slici 1.



Slika 1

Pošto se radi o nestandardnoj opremi, bilo je potrebno da se kompletna oprema izradi specijalno za ovaj eksperiment. Celokupna oprema, kako se vidi sa slike 1 je veoma jednostavna i sastoji se od:

1. Prsten za izvlačenje
2. Bazen sa vodom
3. Držač lima
4. Odstojnici
5. Nosač
6. Posuda sa drvenom strugotinom
7. vijci

Prsten za izvlačenje čiji je unutrašnji prečnik $\Phi 150$ mm postavlja se na nosač 5. Radi ispitivanja uticaja poluprečnika zaobljenja urađena je garnitura prstenova od 4 komada sa različitim poluprečnicima zaobljenja i to $r = 5, 8, 10$ i 15 mm. Čelo prstena za izvlačenje i prelazi su polirani kako ne bi došlo do mehaničkih oštećenja lima u sprezi sa prstenom.

Bazen za vodu, koji je urađen zajedno sa držačem lima postavlja se na čelo matrice preko odstoynih prstenova 4, koji regulišu zazor između lima i držača. Unutrašnji prečnik bazena za vodu je $\Phi 150$ mm, dok je spoljašnji prečnik $\Phi 300$ mm. Tako masivan bazen je urađen iz prostog razloga, da ne dođe do njegovog razaranja i pri višekratnoj njegovoj upotrebi. Bazen za vodu se preko vijaka poz. 7 pričvršćuje za prsten za izvlačenje.

Regulisanje zazora između lima i držača lima ostvareno je preko prstenastih odstoynika, kojima je vršeno i centriranje lima. U zavisnosti od prečnika pripreмка menja se spoljni prečnik odstoynika tako da se na taj način vrši centriranje pripreмка. Debljine odstoynika su takođe menjane u zavisnosti od debljine lima. Debljina odstoynika je bila 1,1S.

Nosač alata izrađen je od standardnih profila i služi za postavljanje alata sa bazenom za vodu, kao i za postavljanje korpe sa drvenom strugotinom. Pošto se ovde radi o slobodnom izvlačenju, izradci su izlazili kroz otvor prstena za izvlačenje velikom brzinom. Da ne bi došlo do njihovog deformisanja pri udaru o tlo ispod otvora prstena postavlja se sud napunjen sa drvenom strugotinom, čija je uloga da prihvati izradak i onemogućiti njegovo deformisanje.[3]

Cilj izvođenja eksperimenta je određivanje graničnog odnosa izvlačenja, kako bi se došlo do određenih rezultata, koji bi bliže definisali mogućnost obrade lima pri izvlačenju eksplozijom u vodi. U okviru eksperimenta nije se išlo na određivanje neke zavisnosti između količine eksploziva i drugih tehnoloških faktora, već samo na određivanje graničnog odnosa u tim uslovima.

Za izvođenje eksperimenta izrađeni su pripreмки – kružne ploče, od čeličnog lima Č0361 i bakarnog lima Cu 99,5% u dve debljine i to $S = 1,5$ i $S = 3$ mm. Kako se radi o određivanju graničnog odnosa izvlačenja prečnici pripreмки su bili različiti kako bi se, pošto je otvor prstena za izvlačenje konstantan, dobili različiti odnosi izvlačenja. Najmanji odnos izvlačenja je $K = 1,3$ a najveći $K = 1,8$. Između tih odnosa izrađeni su i pripreмки za odnose izvlačenja $K = 1,4$; $1,5$; $1,6$ i $1,7$.

Zbog praćenja deformacionog stanja izradka na pripreмки je nanešena mreža u obliku koncentričnih krugova. Mreža na pripremkama nanešena je metodom graviranja pomoću igle. Dimenzije linija kod ove metode su 0,02 mm dubina i 0,2 mm širina. Rastojanje između dve linije je 5 mm, odnosno razlika u prečniku dva susedna koncentrična kruga je 10 mm.

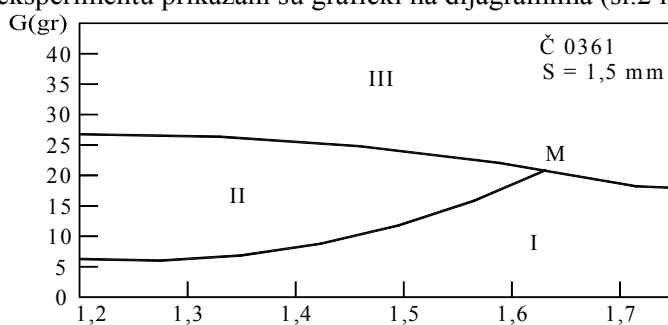
Izvođenje eksperimenta teče tako: što se u rastavljenom alatu na šelo prstena postavlja obradak određenog odnosa izvlačenja. Umetanjem odstojnih prstenova, koji se baziraju na vijke za stezanje, vrši se centriranje obradka i određivanje zazora između obradka i držača lima. Na tako montirani prsten za izvlačenje spušta se bazen za vodu, koji naleže na odstojnike. Bazeni za vodu zajedno sa pridrživačem vezuju se za prsten za izvlačenje, čime je završeno montiranje alata. U bazen se sipa voda do vrha i spušta prethodno pripremljeno eksplozivno punjenje. Eksplozivno punjenje je u obliku sfere a vrsta eksploziva je plastični eksploziv. Brzina detonacije, kao jedna od najvažnijih karakteristika svakog eksploziva je 6000 m/s. Prema preporukama u literaturi [2], visina postavljanja eksploziva iznad obradka iznosi 50 mm što je vrće od minimalno dozvoljenog $R > 0,3D$, gde je D prečnik okvašene površine.

U eksploziv je prethodno uronjen električni detonator koji se povezuje sa mašinom za paljenje i vrši aktiviranje eksploziva. Posle izvršene eksplozije posmatranjem obradka koji može biti razoren, nedovoljno izvučen ili potpuno izvučen, donosi se zaključak o količini eksploziva u narednom izvlačenju.

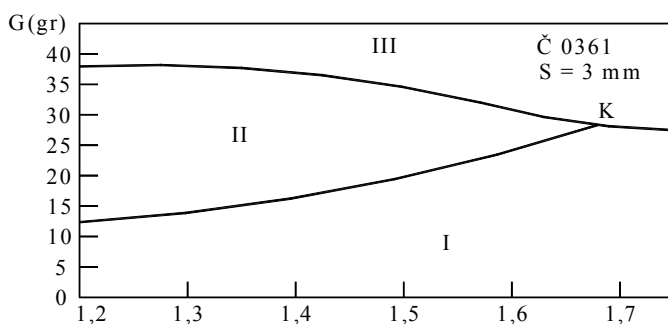
Količina eksploziva se bira tako da se ide od manje na veće količine i obično se kod prve probe javlja nedovoljno izvučen izradak. Za naredne opite količina eksploziva se postepeno povećava dok se ne dobije potpuno izvučen obradak. Tako određena minimalno potrebna količina eksploziva se zabeleži, a u sledećim opitima, pri i dalje istim uslovima, (isti odnos izvlačenja, ista debljina lima) količina eksploziva se i dalje povećava sve dok se ne dođe do one količine koja dovodi do razaranja obradka. Na taj način se dolazi do jednog dijapazona količine eksploziva, koje uspešno izvlače lim određene debljine i određenog odnosa izvlačenja. Svaki opit kod koga je došlo do potpunog izvlačenja obradka, radi sigurnosti, ponavlja se tri puta.

Pri eksperimentalnim ispitivanjima određivan je granični odnos izvlačenja za dve vrste materijala: Č0361 i Cu 99,5%. Određivanje graničnog odnosa izvlačenja, takođe je povezano i sa određivanjem količine eksploziva potrebne za potpuno izvlačenje obradka.

Rezultati dobijeni u eksperimentu prikazani su grafički na dijagramima (sl.2 i sl.3 – za Č0361)



Slika 2



Slika 3

Analiza rezultata

Na osnovu dobijenih rezultata u eksperimentu i analizom istih mogu se izvući sledeći zaključci:

- Granični odnos izvlačenja eksplozijom u vodi je manji u odnosu na na granični odnos kod standardnih metoda.
- Granični odnos od $K = 1,65$ koji je dobijen za čelični lim sasvim je zadovoljavajući za izradu danaca.
- S obzirom da se ova metoda uglavnom koristi za pojedinačnu i maloserijsku proizvodnju, i to uglavnom kod komada velikih dimenzija, kakva su danca, to se može konstatovati da se ista može sa uspehom koristiti u proizvodnji danaca.
- Područje II je područje uspešne obrade. Sa povećanjem odnosa izvlačenja to područje se sužava i na kraju se svodi na jednu tačku. Tačka M (sl.2) koja predstavlja presek gornje i donje granične krive odgovara graničnom odnosu izvlačenja. Karakteristično je da za tu tačku odgovara i tačno određena količina eksploziva. Povećanjem količine eksploziva za samo jedan gram prelazi se u zonu III dijagrama, odnosno u zonu razaranja. S druge strane smanjenje količine eksploziva dovodi do područja I, odnosno do područja u kome se javlja nepotpuno izvlačenje.
- Deformaciono stanje, takođe govori o tome da se izvlačenje do pomenutih odnosa izvlačenja može sa uspehom vršiti. Najmanje stanjenje lima na preseku izradka je pri samom dnu, što znači da je površina oslabljenog lima mnogo manja nego kod klasičnog izvlačenja. Kod klasičnog izvlačenja najveće stanjenje javlja se po prstenastoj površini i to pri prelazu cilindričnog dela obradka u ravno ili sferno dno. Korišćenjem takvog dela kod sudova pod pritiskom je veoma nesigurno, jer sila pritiska deluje na celu površinu dna. Sa druge strane uzimajući u obzir karakteristike procesa pri deformisanju lima kod ovog postupka, kod izvlačenja u kalupu deformacija u normalnom pravcu biće još manja.

LITERATURA

- [1] B. Dimitrov – Energija eksplozije u službi mašinogradnje – 28. JUPITER Konferencija, Zbornik radova, Beograd, 2002.
- [2] N. N. Davidenkov – Dinamičeski ispitivanja metalov, Moskva 1966.
- [3] B. Dimitrov – Naponsko i deformaciono stanje pri dubokom izvlačenju lima eksplozijom i određivanje pritiska udarnog talasa sa analizom glavnih uticajnih faktora – doktorska disertacija - Niš, 1987.

DETERMINATION OF ULTIMATE RATIO OF TIN FORMING BY EXPLOSION

Abstract: *For conventional methods of tin forming velocity of deformation is not crucial factor. However, for nonconventional methods such as tin forming by explosion velocity of deformation is higher than velocity of sound and represents very crucial technological factor. Determination of ultimate ratio of tin forming by explosion is presented in this paper. Paper also shows equipment used in this experiment which was specially made for this experiment.*

Key words: *tin forming, ultimate ratio, energy of explosion.*

Răduca Eugen¹

FUNCTION GENERATOR FROM PC

Abstract In this paper is presented a virtual function generator, which generated sine, square, triangle, and ramp wave from 1 to 1000 Hz and from 1 to 10 V values. The work program is LabVIEW from National Instruments and the signal is generated through parallel PC port. The generator is utilized for testing an industrial equipment example robotics, machines, flexible fabrication lines by scope to function studies at different perturbation and determined the self frequencies.

1. INTRODUCTION

Function generator from PC is a virtual instrument and he is a graphical alternate to a real instrument. At output of this virtual function generator is generated sine, square, triangle and rectangle waves. Those can be seeing on oscilloscope. A block diagram for using this function generator is presented in figure 1.

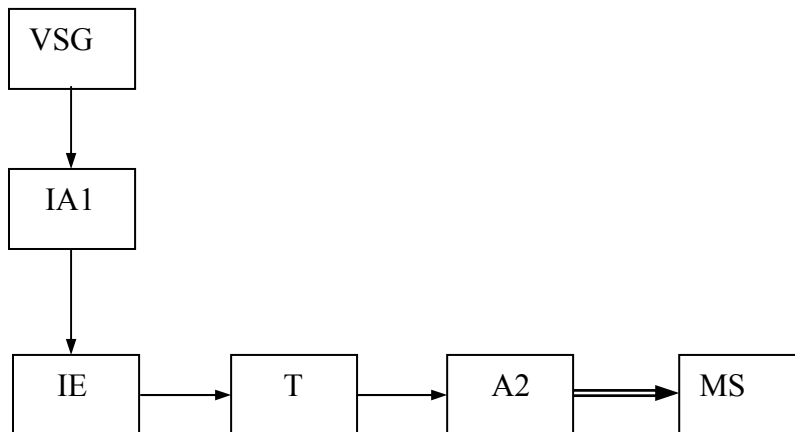


Fig.1 Block diagram for using the function generator

VSG – Virtual signal generator

IA1 - Interfacing PC - Industrial equipment and Signal amplifier

IE – Industrial equipment

T – Transducer

A2 – Industrial equipment response amplifier

MS – Measure system

From the virtual signal generator VSG with included the PC and the program for signal generation is transmitted one from the four standard wave: sine, square, triangle or rectangle, which is adapted and amplified in interfacing PC - industrial equipment and power amplifier IA1 after is applied to industrial equipment IE. The signal is generated through parallel PC port. The industrial equipment IE response is

¹ Professor Ph. D. University “Eftimie-Murgu” of Resita; e-mail: e.raduca@uem.ro

captioned with the transducer T, amplified with A2 and measuring with classic or virtual systems MS. In this mode the work characteristics can be know and detected the self-frequencies of industrials equipments.

2 FUNCTION GENERATOR CAD

Function generator from PC has a front panel and a block diagram. The generator front panel is shown in fig.2. To observe into the front panel are control (Start/Stop) and regulated (Frequency and Amplitude) buttons, numerical and graphical indicators. The selected form wave: sine, square, triangle, rectangle or ramp and the necessaries values from 1 to 1000 Hz and from 1 to 10 V is simple with the mouse and the F1 to F8 buttons from the keyboards.

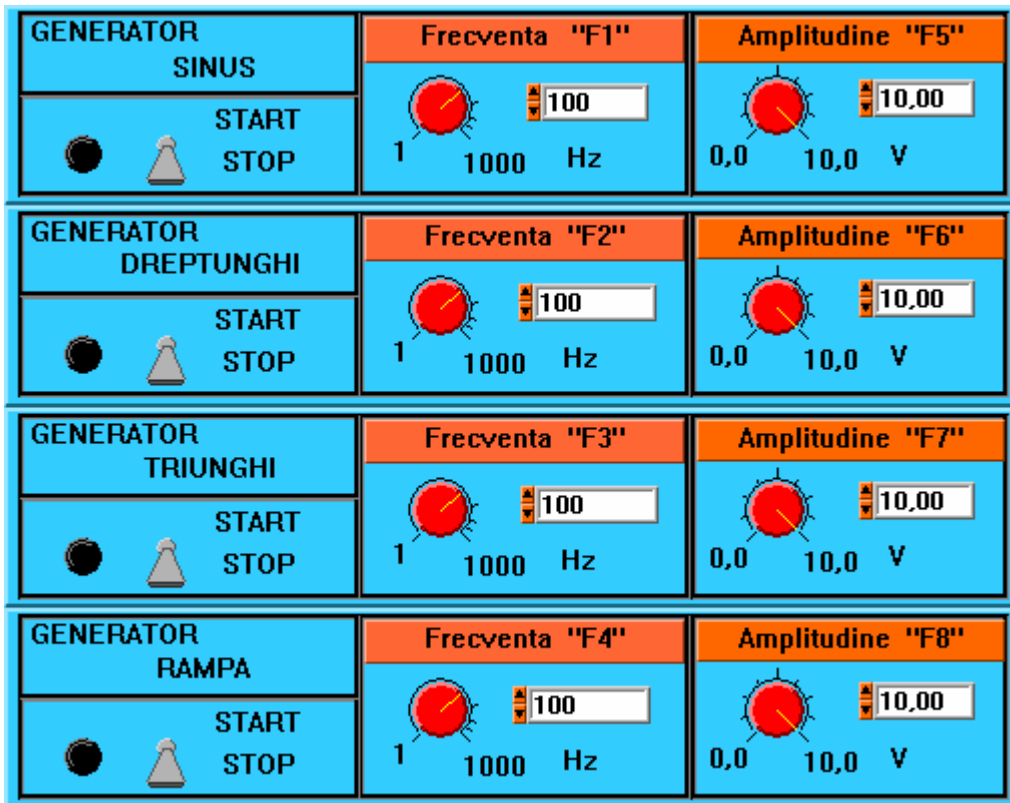


Fig.2 Virtual Signal Generator front panel

In the fig 3, fig.4, fig.5, fig.6 are shown the block diagram for sinus virtual generator, triangle virtual generator, rectangle virtual generator and respectively ramp virtual generator. The work program is LabVIEW of National Instruments.

Each block diagram contented divider, multiplication, comparison elements and elements for date`s introduction from front panel. Thus, each bloc diagram contented "FOR" loop, which make a counting into block to a number "N-1" with "i" iteration. The cod sequence "FOR" loop is:

$$\begin{aligned} & \text{for } _i - 1 _ \text{to } _N - 1 \\ & \text{Executing } _ \text{Subdiagram} \end{aligned} \tag{1}$$

Each block diagram contented, thus "WHILE" loop, which execute the operation into him if the Boolean variable is "true". The cod sequence "WHILE" loop is:

$$\begin{aligned} & \text{"Do" } _ \text{Execute } _ \text{the } _ \text{Suprogram} \\ & \text{"While" } _ \text{condition } _ \text{is } _ \text{"True"} \end{aligned} \tag{2}$$

The square and triangle wave block diagram contained a "CASE" structure, which execute two sub diagram "True" or "False", function the real situation work program..

Each function sine, square, triangle, rectangle or ramp is generated in specifically mode. The sinus function is an internal function into LabVIEW program and the triangle, rectangle or ramp is generated on him mathematical equation.

The values obtained at each output sub diagram function are decimal and these values must be converted in binary values for mailed to parallel PC port. To observed the existence an element named "U32" for this conversion.

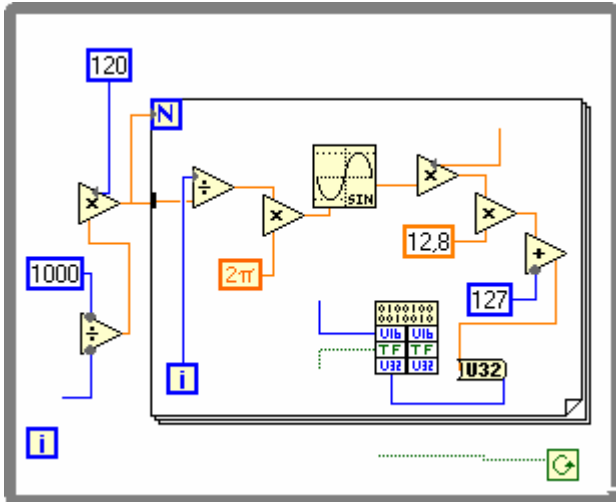


Fig.3 Virtual sine wave generator block diagram

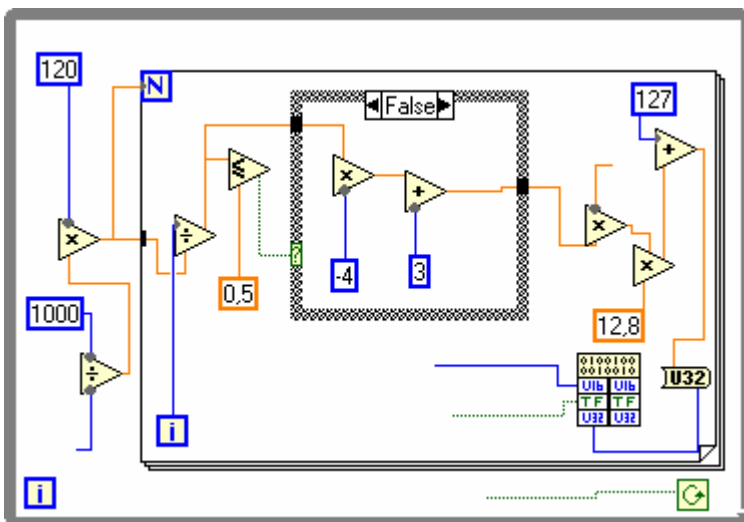


Fig.4 Virtual square wave generator block diagram

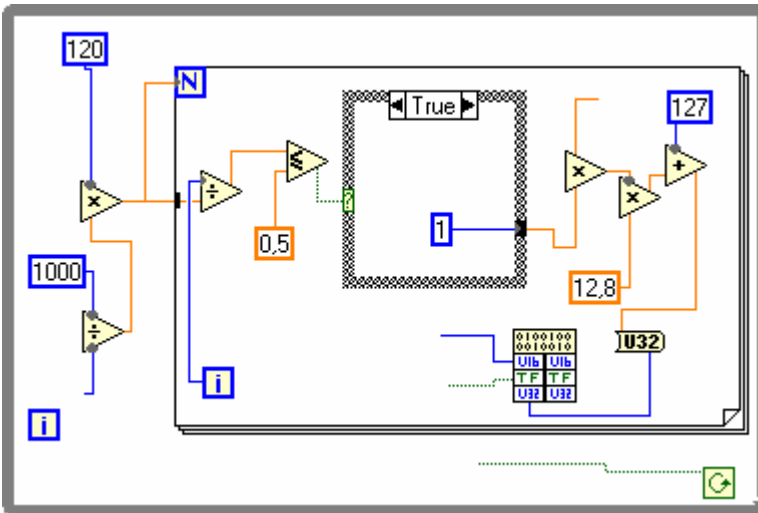


Fig.5 Virtual triangle wave generator block diagram

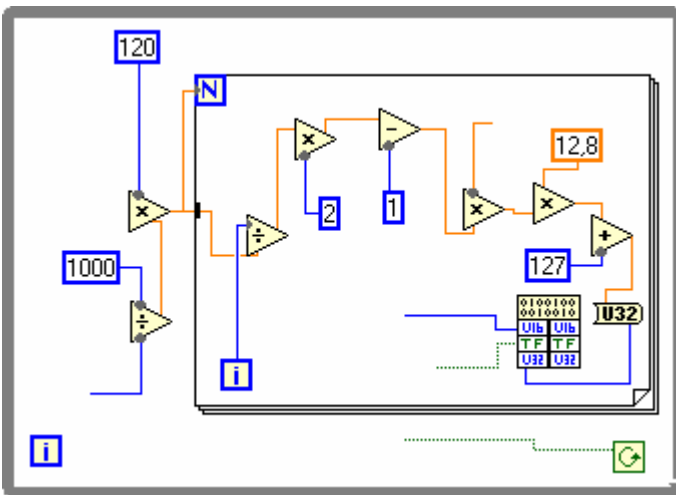


Fig.6 Virtual ramp wave generator block diagram

3. CONCLUSIONS

This virtual instrument can replace the real function generator in the work testing and experimentation the machines. Supplementary he is flexible and easy for utilization. The other big advantage is the possibility of the multiplication and replacement immediately with other if existing the problems.

4. REFERENCES

- [1] *** - LabVIEW for Windows – Tutorial, National Instruments, Austin, Texas, 1998
- [2] *** - LabVIEW for Windows – User Manual, National Instruments, Austin, Texas, 1998
- [3] *** - Instrumentatie virtuala , revue collection, Cluj-Napoca

VIBRATIONS INFLUENCE ON THE HUMAN COMPOSITE MOTION

Abstract: When the human being is walking/staying or is performing physical exercises on a rolling carpet, the motion of the last one will be transmitted to the body and it will result a composed motion. The influence of such a motion on the human body posture was studied on the position of the central point of the pelvic girdle (considered as the gravity center of human body). In fact, the gravity center motion is generally considered as a global indicator of the trunk one, because the trunk is rigidly joint to the pelvic girdle. The own motion of the gravity center was obtained as a normal part of the walking process, by modeling the lower limb based on the robotics conventions.

Additionally, because of the vehicle own motion the body is submitted to the influence of mechanical vibrations. These vibrations could be promoted by the vehicle motor, having in this case small amplitude (0.003m), but could be also promoted by some accidental damage of the wheels geometry, having in this case pronounced bigger amplitude (0.01m).

Keywords: lower limb, kinematics model, Denavit-Hartenberg convention, composed motion, hip joint, vibration, transfer matrix, pelvic girdle.

1. Introduction

The lower limb motion was firstly studied by considering a reduced kinematics model, performed by using Denavit-Hartenberg's robotics convention [5]. The joints were simplified as follows: hip joint is treated as a superposition of two orthogonal horizontal revolutes joints, knee joint is a horizontal revolute one and ankle joint also revolute, having the axis parallel to the precedent one (figure 1) [1] [6]. The foot length and its own joints were neglected because of small dimensions comparative to femur and tibia lengths [3].

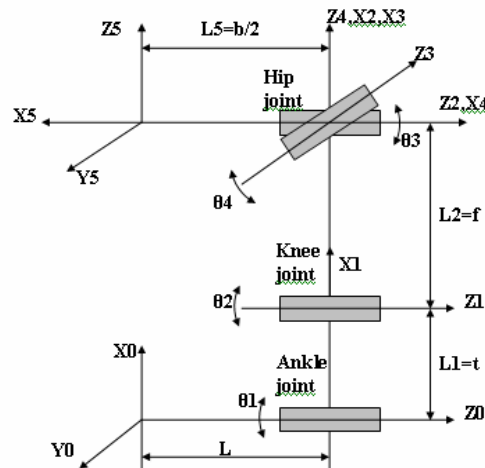


Fig. 1. Reduced kinematics model of the lower limb

The goal of the study was to express the motion amplitude of the point placed on the middle of the pelvic girdle (origin of the $x_5O_5y_5z_5$ reference frame) with respect to the global reference frame placed on the rolling carpet. It was also interesting to study the modifications of the origin under the influence of vibrations.

After the usual kinematics modeling was performed, the horizontal motion of the rolling carpet was introduced in the system, the velocity of this last one being 0.5 m/s. Over this composed motion some vibrations were superposed.

* Politehnica University Timisoara, Romania, tel. +40-256-403637, ddrag@cmpicsu.utt.ro, mirela@cmpicsu.utt.ro, dreucean@cmpicsu.utt.ro, luck@cmpicsu.utt.ro, vladmo@cmpicsu.utt.ro

2. Kinematics modeling

The reduced kinematics model of the human lower limb having 4 degrees of freedom was performed by using Denavit-Hartenberg's robotics convention (Fig. 1). The joints were simplified considered as follows:

- hip joint - superposition of two orthogonal horizontal revolute joints;
- knee joint - horizontal revolute joint;
- ankle joint - horizontal revolute joint, with the axis parallel to the precedent one [7].

The general matrix giving position and orientation of the reference frame ($x_5O_5y_5z_5$) placed on the middle of the pelvic girdle with respect to the fixed reference frame, is:

$${}^0G_5 = {}^0T_1 \cdot {}^1T_2 \cdot {}^2T_3 \cdot {}^3T_4 \cdot {}^4T_5 = \begin{bmatrix} -c(1+2+3)c4 & -s(1+2+3) & c(1+2+3)s4 & -\frac{b}{2}c(1+2+3)c4 + f \cdot c(1+2) + t \cdot c1 \\ -s(1+2+3)c4 & c(1+2+3) & s(1+2+3)s4 & -\frac{b}{2}s(1+2+3)c4 + f \cdot s(1+2) + t \cdot s1 \\ -s4 & 0 & -c4 & -\frac{b}{2}s4 + L \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

The kinematics equations describe in fact, the motion of the pelvic girdle with respect to the global reference frame fixed to the rolling carpet. The last one is fixed for instant, in order to have the correct kinematics equations conformably to Denavit-Hartenberg's convention [4], [7], [8].

By taking medium sizes of bones length and imposing the anatomic limits to all angles;

$$\begin{aligned} t &= 0.40m & f &= 0.50m & L &= 0.30m & b &= 0.60m \\ \theta_1 &= [+30^\circ, -30^\circ] & \theta_2 &= [+90^\circ, 0^\circ] & \theta_3 &= [+90^\circ, -60^\circ] & \theta_4 &= [+60^\circ, -10^\circ] \end{aligned} \quad (2)$$

the displacement of the origin of $x_5O_5y_5z_5$ reference frame was represented with respect to the origin of the global one (figure 3) [4]. The values (2) of angles are describing a complete motion forward-backward of the lower limb [2].

The program calculating the elements of the general matrix 0G_5 was developed in MatLab 6 release, useful to be used because of its efficiency in high order matrices manipulation.

3. Normal motion analyze

The human being is walking along the y_0 axis placed parallel to the length of the rolling carpet, the last one remaining in the same position (null velocity). For each walking step the global duration of 2 seconds was considered [4]. During a step it was also considered that every angle will vary into its own interval (2), by covering it completely [3].

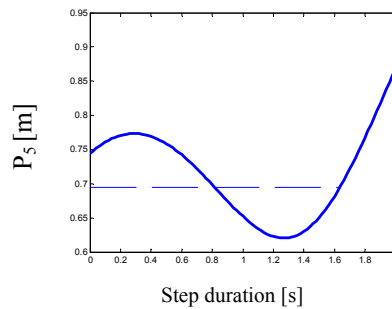


Fig.2 Pelvic girdle displacements conformably to the kinematics model (normal motion)

The relations in column 4 of the matrix (1) are in fact, the parametric equations p_{x5} , p_{y5} , p_{z5} of the origin O_5 , representing the middle of the pelvic girdle during a normal walking on a fixed floor along the y_0 axis in figure 1. The curve in figure 2 is calculated as: $p_5 = \sqrt{p_{x5}^2 + p_{y5}^2 + p_{z5}^2}$ and represents the implicit shape of the real trajectory of the mentioned point (it means the 3D distance variation between O_5 and O_0) [8]. It can be seen, that the trajectory is almost a harmonic curve with the reference line at about $0.695 m$ and the amplitude of $0.075 m$. By considering the human being in the vertical static posture where the distance from the pelvic girdle to the floor is: $t + f = 0.90m$, it can be seen in the figure 2 the global interval of the motion extension. So, during a step with $0.85 m$ in length, the value of p_5 records a maximum variation of

0.25 m (between 0.62 m and 0.87 m). These values proof the validity of the conceived model, because they are conformably to the reality [6].

4. Composed motions

When the rolling carpet starts its own motion with constant velocity of $v = 0.5 \text{ m/s}$, it is important to study the influence of this translation on the center of gravity motion. In this case, with respect to the global fixed $x_0O_0y_0z_0$ reference frame, the new parameters variations are absolute ones. They are obtained by providing the vector sum of the relative and transport laws of motion.

The trajectory represented in figure 2 will remarkably change their variations. As it can be seen in figure 3 During a step, the extensions between minimum and maximum 3D distance values to the origin of the global reference frame are:

- 0.77 m (between 0.65 m and 1.42 m) when human being and rolling carpet advance;
- 0.45 m (between 0.75 m and 1.2 m) when the human being advance on a rolling carpet in opposition.

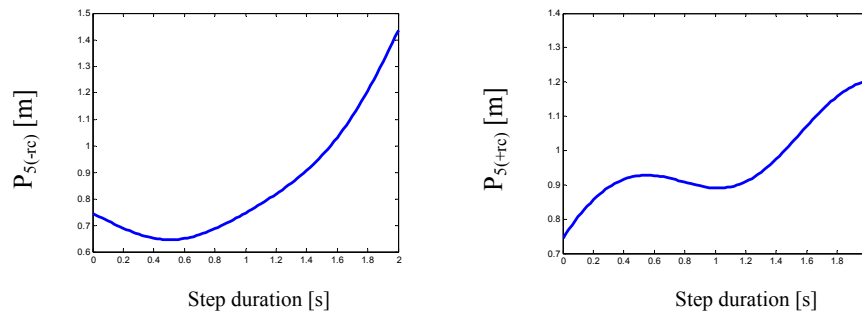


Fig.3. Influence of the rolling carpet translation motion on the trajectory $p_5(t)$

5. Motion analyze with vibrations

The vibrations influence was studied by considering different pulsations ω in the interval of: $6.94 - 83.33 \text{ s}^{-1}$ and two values of the amplitudes: $A_1 = 0.003\text{m}$, generated by the vehicle motor of the vehicle, and $A_2 = 0.01\text{m}$, generated by some accidental damage of wheels geometry or rolling way, or even by the shock produced during a manipulating task of a heavy object. The pulsations interval of values was chosen because it corresponded to the traffic speed into the limits of: $10 - 120 \text{ km/h}$ for a usual bus or any else utilitarian mobile (where the human being could walk/stay). The lower limit is corresponding to the speed of a utilitarian mobile (crane, elevator car, etc) during its positioning to accomplish a task. The upper limit is corresponding to a bus average speed on a highway. The last case is not so important for this study because during this motion the human body is generally sitting in a chair.

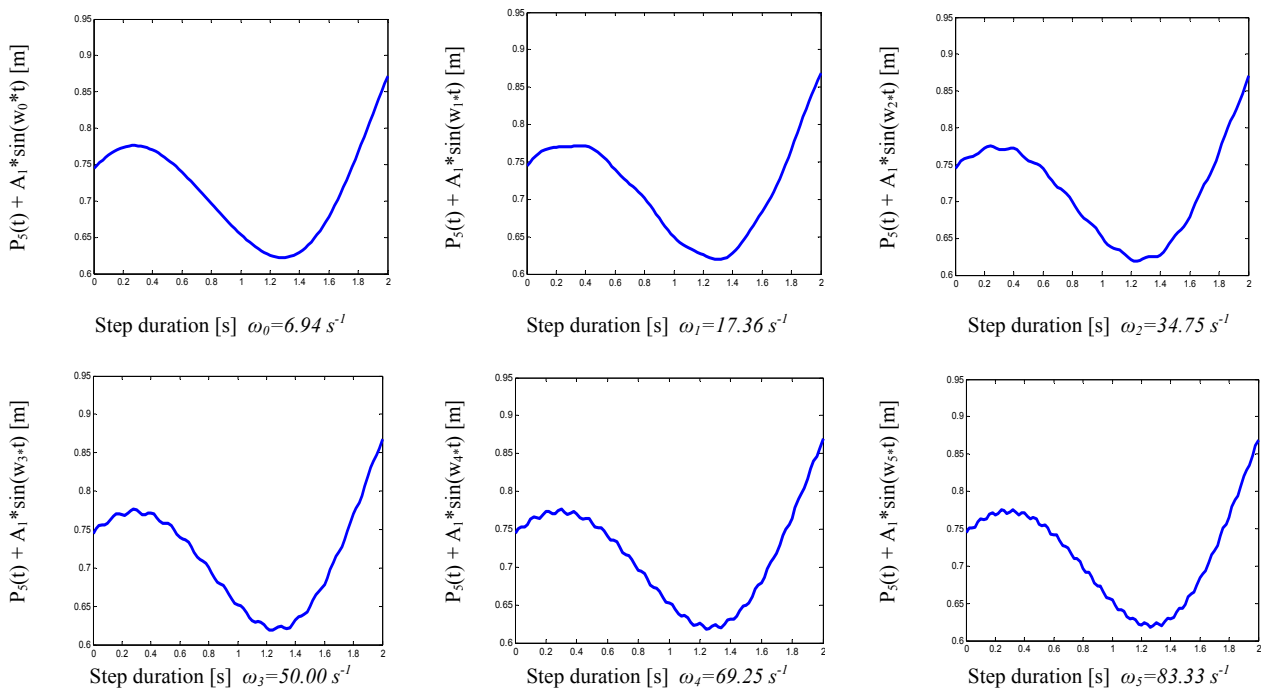


Fig.4. Influence of the mechanical vibrations with $A_1 = 0.003\text{m}$ on the displacement $p_5(t)$

As it can be seen in Fig. 4 the influence of vibrations on the pelvic girdle law of motion $p_5 = p_5(t)$ could be concretized as follows:

Vibration amplitude influences the trajectory shape especially at small pulsations. This tendency diminished with the pulsation augmentation [5]. At small pulsations, the augmentation of the vibration amplitude determines a much more accentuated influence. This one must be avoided by specific actions (implementing dumping systems) especially because it can be dangerous to the people working on utilitarian mobiles and staying there during a lot of hours. In fact, the effect of vibrations is concretized in a mechanical fatigue process of the pelvic girdle, leading to the destroying of the usual geometry of this bone structure and to the demineralization too. At the maximum value of the pulsation, the law of motion keeps its general unaltered shape, but a small displacement to the second part of the step can be observed.

6. Conclusions

Normal human locomotion can be studied by using robotics conventions, which are able to establish the kinematics equations of the pelvic girdle with respect to any fixed reference frame. The kinematics equations are established taking into account the angular constraints of the joints. The kinematics model could be modified if a greater number of joints are considered, offering to the model a greater number of degrees of freedom. But, the adopted model with 4 degrees of freedom/limb is enough correct to analyze the normal motion as well as, the composed one. It is obvious that any external motion introduced in the mechanical system represented by human lower limb, will affect the normal step geometric configuration. The study shows that mechanical vibrations with small pulsations are dangerous for pelvic girdle behavior whatever should be the value of amplitude. It is the same tendency for hip joint, but not so accentuated.

References

- [1] Baker, R.: “*ISB recommendation on definition of joint coordinate systems for the reporting of human joint motion—part I: ankle, hip and spine*” *Journal of Biomechanics* Vol. 36, Issue 2, 2003, p. 300-302;
- [2] Doina Dragulescu, Mirela Toth Tascau, Dan Stanciu: “*Kinematic and Dynamic Modeling of Human Lower Limb*” *IASTED International Conference Robotics and Applications* Nov. 19-22, Tampa Florida USA, 2001, p. 112-117;
- [3] Duysens J, Van de Crommert HWAA, Smits-Engelsman BCM, Van der Helm FCT: “*A walking robot called human: lessons to be learned from neural control of locomotion*” *Journal of Biomechanics* Vol. 35, Issue 4, 2002, p. 447-453;
- [4] Greene W.B. and Hecknman J.D.: “*The Clinical Measurement of Joint Motion*” *American Academy of Orthopaedic Surgeons*, Rosemont, Illinois, 1994, p. 97-114;
- [5] Jaramaz B., et al.: “*Simulation of implant impingement and dislocation in total hip replacement*” *CAR '96*, 10th international symposium and exhibition, Paris, June 26-29, 1996;
- [6] Lenzi, D., Cappello, A., Chiari, L.: “*Influence of body segment parameters and modeling assumptions on the estimate of center of mass trajectory*” *Journal of Biomechanics* Vol. 36, Issue 9, 2003, p. 1335-1341;
- [7] Ozkaya N., Nordin M.: “*Fundamentals of Biomechanics. Equilibrium, Motion, and Deformation*”, Van Nostrand Reinhold, New York, 1991;
- [8] Pauwels F.: “*Biomechanics of the Locomotor Apparatus*” Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2000.



DIGITALNA FABRIKA – FIKCIJA, STVARNOST ILI BUDUĆNOST

*Prof. dr Vidosav D. MAJSTORVIĆ, dipl. maš. inž.,
Mašinski fakultet, Beograd*

Rezime: Razvoj proizvodnog inženjerstva se danas bazira na novim paradigmatama za obrazovanje, istraživanja i primene. Svaka od navedenih celina ima svoju detaljnu strukturu koja se odnosi na razvoj i primenu koncepta digitalne fabrike. Koncept digitalne fabrike integriše digitalni proizvod, digitalno planiranje, digitalni pogon i realnu fabriku. Ovaj rad daje analizu i pregled ovog koncepta kao i neke elemente ostvarenih rezultata istraživanja na projektu, *Inteligentni menadžment kvalitetom – 0218*, koji podržava Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine R Srbije i industrija.

Cljučne reči: Proizvodno inženjerstvo, Digitalna fabrika, Kvalitet.

1. UVOD

Pred današnje generacije tehnoloških sistema se postavljaju sve oštriji zahtevi za kraćim inovacionim ciklusima, što dovodi do smanjenja životnog veka proizvoda i diversifikacije broja njegovih varijanti. IT tehnologije i tehnologije brzog razvoja prototipa su prilazi koji efektivno rešavaju navedene zahteve po konceptu digitalne fabrike.

Industrija ima veoma važnu ulogu u razvoju EU, posebno u domenu povećanja evropske kompetitivnosti na globalnom tržištu. Prema literaturnim izvorima u evropskoj industriji se danas godišnje realizuje 4 000 M evra bruto proizvoda, direktno je zaposleno 40 000 radnika a novostvorena vrednost iznosi 32%. Održavanje i unapređenje postojeće uloge industrije u ekonomskom, socijalnom i tehnološkom razvoju podrazumeva dodatna ulaganja u I&R high-tech i naučno – zasnovanim industrijama. Zbog svega ovoga EC je definisala strategiju istraživanja i tehnološkog razvoja na bazi unapređenja u inovacionom lancu koji obuhvata: institucije (država članica/EU), univerzitete, istraživačke institute i centre, kompanije. Iz ovakvih zahteva razvijen je i već industrijski primenjen koncept digitalne fabrike.

Na početku novog milenijuma privreda Evrope se suočava sa novim privrednim okruženjem, stvorenim procesima globalizacije i tehnološkog razvoja. Ona ima potrebu za novim menadžment pristupom, a od njene javne administracije se očekuje da kreira novo okruženje, koje treba da podrži održivi razvoj EU društva. Strateški cilj privrede je unapređenje i ostvarivanje takvog nivoa kompetitivnosti, koji će dati viši standard građana EU. Sa druge strane, EU ima svoju viziju ka liderstvu i svetskoj perspektivi u političkim, ekonomskim, tehnološkim i kulturnim, odnosno civilizacijskim vrednostima za sve njene države, nacije i građane.

Mogućnosti i izazovi modernog informacionog društva, igraju ključnu ulogu u kreiranju novih formi partnerstva između kompanija, društvene zajednice, sindikata, potrošača, industrije i organizacija u privatnom, mešovitom ili državnom vlasništvu. Zahtevi kupaca stalno rastu. Oni ne prihvataju inferiorne proizvode, zahtevaju najbolje za najnižu cenu, očekuju najveće vrednosti za svoj novac.

Sve ovo dovodi do porasta pritiska na proizvođače da unapređuju kvalitet svojih proizvoda i usluga, a danšnji odgovor na sve ove izazove je digitalna fabrika. Ovaj rad podržavaju refernce [1-10].

2. OSNOVE KONCEPTA DIGITALNE FABRIKE

Efektivni menadžment informacijama o proizvodima i tehnološkim resursima su ključni elementi digitalne fabrike, koja se može definisati preko tri nivoa: (i) definisanje totalnog geometrijskog modela fabrike (proizvod, proces, pogon), koji polazi od toga da je digitalna fabrika prototip modela za ergonomsko planiranje layout-a. Izmene na bilo kom nivou se lako i brzo realizuju, što predstavlja veliko ograničenje kod sadašnjih fabrika, (ii) na ovom – drugom nivou se statički model prevodi u dinamički, primenom simulacionih alata i tehnika. Tako se dobija virtuelna fabrika koja se optimizira po različitim kriterijumima a najčešće prema jediničnim troškovima. Na ovaj način se virtuelna konfiguracija može često menjati, na primer – nedeljno, (iii) treći nivo je fuzija virtuelnog i realnog modela i realne fabrike. Nove generacije realnih fabrika se grade isključivim korišćenjem simulacionih modela. Posle njihovog puštanja u pogon, osnovni podaci se ugrađuju u simulacioni model digitalne fabrike.

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

Koncept digitalne fabrike podržava model *kooperativnog inženjerstva*, koje se razvilo iz modela simultanog inženjerstva. Ovaj model je pak nastao iz automatizacije inženjerskih aktivnosti primenom računara – CAx tehnologije.

Intezivan razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija je otvorio nove mogućnosti za automatizaciju fabrika. Različiti software-ski alati podržavaju inženjerske aktivnosti u proizvodnom inženjerstvu, planiranju proizvodnje i samoj proizvodnji. Vizija digitalne fabrike je realizovana u automobilskoj industriji, primenom integrisanog inženjerstva i procesa planiranja proizvodnje podržanog koherentnom metodologijom i kompjuterskom tehnologijom.

Automobilska industrija je lider u primeni koncepta digitalne fabrike, gde se od najranije faze planiranja pa do završetka proizvodnje, vrši totalna integracija projektovanja proizvoda i procesa. Na ovaj način je drastično povećan broj varijanti proizvoda (masovna proizvodnja prema jediničnom zahtevu kupca) sa velikim smanjenjem vremena razvoja, što znači: (i) skraćanje ciklusa razvoja, projektovanja, proizvodnje i ispitivanja, (ii) brze rezultate karakteristika proizvoda, i (iii) brzu i jednostavnu razmenu podataka u modelu kooperativnog inženjerstva. Tako se u oblasti proizvodnog inženjerstva realizuje sienergetski prilaz u praksi.

Virtuelni alati na bazi IT tehnologija podržavaju kompletan proces projektovanja proizvoda i razvoja procesa u digitalnoj fabrici. Za razvoj proizvoda centralni fokus je na: (i) analizu materijala i strukturnoj analizi, (ii) tehnološkim fizibiliti studijama, (iii) razvoju alata i pribora, i (iv) matching i menadžmentu tolerancijama. Kod razvoja tehnoloških procesa, pažnja se usmerava na: (i) određivanje procedure obrade, (ii) definisanje procedura montaže, (iii) menadžment alatima, (iv) layout fabrike, (v) ergonomske simulacije, i (v) efektivnu simulaciju tokova materijala. Ovaj koncept podržavaju sledeći virtuelni alati: *I-DEAS, Unigraphs, CATIA, ROBCAD, Diemaner, Pam-stamp, Autoform, Viking, Simple, Microstation/Autocad, eM-Planner, ...*

Primena koncepta digitalne fabrike u autoindustriji je donela sledeće: (i) uticaji na proizvode (drastično povećanje varijanti modela po različitim osnovama; povećanje kvaliteta proizvoda; smanjenje troškova), i (ii) uticaj na proces (skraćanje vremena pojavljivanja na tržištu, vremena razvoja i vremena proizvodnje; kontinualna promena menadžmenta procesima; fleksibilna proizvodnja visokih performansi). Sa praktične tačke gledišta, osnovni koraci u primeni koncepta digitalne fabrike su: (i) CAx/EDM integracija, (ii) integracija rezultata simulacije u projektovanju i planiranju, (iii) menadžment 3D tolerancijama i lancima procesa, i (iv) realizacija povratne sprege za menadžment kvalitetom. Ovi elementi su omogućili: (i) korisnik se integriše u rane faze razvoja proizvoda i procesa (QFD metod), (ii) stalno se usklašavaju i podešavaju novi zahtevi korisnika u pogledu novih proizvoda i IT alata, i (iii) saradnja sa internim i eksternim isporučiocima i njihova optimizacija.

3. ELEMENTI DIGITALNE FABRIKE

Digitalna fabrika *povezuje digitalni proizvod, digitalno planiranje, digitalni pogon i relanu fabriku.* U daljem tekstu se daje analiza aspekata projektovanja i planiranja, simulacije i upravljanja kvalitetom u digitalnoj fabrici.

Kada razmotrimo CAx/EDM, kao krucijalnu oblast za funkcionisanje digitalne fabrike, sledeći elementi su vrlo važni: (i) procesi u digitalnoj fabrici moraju biti dobro definisani jer oni predstavljaju osnovu za specifikaciju IT sistema, (ii) integracija podataka između digitalnog proizvoda i digitalne fabrike

su glavni faktor za uspešnu realizaciju ovog koncepta, i (iii) integracija podataka je ograničena kompatibilnošću i mogućnostima IT sistema a posebno njihovim interface-ima. Pravci za dalja poboljšanja performansi digitalne fabrike u ovoj oblasti su: (i) smanjenje broja različitih sistema i modela podataka, (ii) nezavisni i odvojeni modeli za menadžment podacima, (iii) nezavisni pojedini interface-i, i (iv) nezavisni sistemi za upravljanje redundantnim podacima. U oblasti projektovanja i planiranja smanjenje broja korišćenih raznih sistema znači izbor CAx/EDM sistema na istoj platformi. Ali u proizvodnji ovaj prilaz je nemoguć jer postoji veliki broj specijalizovanih sistema za menadžment alatima, NC programiranje, menadžment kvalitetom, itd. Moguće rešenje za ovu obalst (CAx/EDM) je integracija sistema na nezavisnom modelu podataka, koji opisuje nezavisne modele (geometrijski, funkcionalni, logički) između proizvoda, procesa, 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 IT – alata sa sopstvenim modelima menadžmenta podataka i njihovim performansama je imperativ digitalne fabrike, gde se realizuje i koristi integrisani model za projektovanje, planiranje i proizvodnju.

Najveći broj tehnoloških procesa danas može biti modeliran i simuliran. Međutim takođe je uobičajeno da simulacija tehnoloških procesa može biti realizovana i kao poseban model. Poseban izazov u realizaciji digitalne fabrike je integracija rezultata simulacije u različitim tehnološkim procesima u projektovanju i planiranju. Korišćenjem simulacionih alata mora biti uspostavljen most između opisa lokalnih procesa i karakteristika globalnog procesa, koji predstavlja lanac lokalnih procesa. Osnovu za ovu simulaciju čine podaci koji dolaze iz razvoja proizvoda (3D geometrija i tolerancije, materijal, itd.,) i planiranje proizvodnje (steznih alata i pribora, tehnoloških operacija, itd.). Integracija razvoja proizvoda i simulacije tehnoloških procesa se realizuje u četiri koraka: eksperiment, optimizacija procesa, generisanje optimalnog procesa i transfer ka proizvodnji.

Tolerancije moraju zadovoljiti tehničke i ekonomske zahteve. Međutim, određivanje tolerancija je interdisciplinarni zadatak koga realizuju timovi iz lanaca procesa a koje sačinjavaju: projektant, planer proizvodnje, planer kvaliteta. Iterativni proces planiranja tolerancija obuhvata: 3D modeliranje tolerancija, njihovu vizuelizaciju i validaciju procesa. Koncept određivanja tolerancija obuhvata definisanje nepohodnih informacija i resursa za projektovanje i planiranje proizvoda i procesa. Za nalizu i sintezu ovog koncepta se koristi veliki broj razvijenih IT simulacionih alata. Osnovni cilj je da se definiše optimum između potrebnih tolerancija i karakteristika proizvoda. Polazni element za simulaciju tolerancija je model koji sadrži 3D geometrija i tolerancije, stezni i pomoćni pribor, realne operacije obrade kao i realnu distribuciju tolerancija, gde se za ovu oblast koriste alati na bazi stohastičkih metoda. Tako na primer varijacija načina stezanja ili operacija izrade može se kompenzovati metodom mernih lanaca (kompenzacioni član) bez promene tolerancija. Polazeći od ovoga problem tolerancija se rašava u fazama projektovanja proizvoda i planiranja procesa, čime se eliminišu dodatni troškovi. Na ovaj način se definiše integrisani model za rešavanje tolerancija.

Poslednji korak/element digitalne fabrike koji obezbeđuje stalno usklađivanje i sinhronizaciju između nje (digitalne fabrike) i realne fabrike je upravljanje kvalitetom na bazi povratne sprege. U prethodnoj fazi su definisane i rešene tolerancije a u ovoj fazi se one realizuju u proizvodnji uz mogućnost stalnog unapređenja. Prvi korak u realizaciji koncepta povratne sprege je prognoza i dijagnoza podataka za upravljanje kvalitetom konformnosti na bazi ciljeva, primenjenih metoda zahtevanih funkcija. Preduslov za kontinualno korišćenje podataka o kvalitetu je jednoznačna upotreba informacija o tolerancijama kao i izmerenih vrednosti ovih tolerancija posle procesa obrade. Ovi podaci (planirane i izmerene tolerancije) se generišu u posebnu bazu podataka koja daje nezavisni model kvaliteta proizvoda, koji je deo integrisanog modela proizvoda i procesa. Bazni metrološki sistemi koji se koristi u ovom konceptu je NUMM koja omogućuje: (i) primenu standardizovanih procedura za generisanje metroloških podataka, (ii) robusno generisanje podataka o kvalitetu iz procesa, i (iii) jednoznačnu ocenu rezultata merenja. Na ovaj način se preko podataka iz procesa i planiranih podataka o kvalitetu (tolerancije) u potpunosti realizuje koncept povratne sprege. Time se stvara i baza podataka i baza znanja koja obuhvata eksperimentalna i ekspertska znanja iz ove oblasti. Tako se dobija integrisani model kvaliteta digitalnog proizvoda u digitalnoj fabrici.

4. PROJEKAT – DIGITALNA FABRIKA

Digitalna fabrika je realizovana kao inženjerski koncept u praksi, posebno u automobilskoj industriji. Ona iz faze eksperimentalno-istraživačkog pogona prelazi u fazu difuzije ka industriji. Zato danas možemo govoriti o etapama projekta njene realizacije za praktičnu primenu.

Definisanje projektnih zahteva. Projekat digitalne fabrike počinje sa analizom i ocenom uslova za proizvod i njegovu proizvodnju. Polazni parametri su: ciljani troškovi, očekivana prodaja, moguće cene (sve za proizvod) kao i neophodni resursi za planirani proizvod.

Analiza funkcija. Na početku inženjerske analize proizvoda neophodno je opisati funkcije proizvodnje. Polazeći od toga prvo se vrši detaljna analiza troškova za proizvod. Na ovaj način se u najranijoj fazi planiranja proizvodnje definišu planirani troškovi. Poredeći ih sa ciljnim iz prethodne faze, dolazi se do ekonomske efektivnosti za proizvod.

Projektovanje proizvoda. Ova faza je ključna za tehnološke troškove. Analiza procesa projektovanja proizvoda se u konceptu digitalne fabrike vrši uz pomoć različitih IT alata (DFM, DFI, ...), čime se u ovoj fazi uzimaju u obzir uticaji kasnijih faza njegovog razvoja (proizvodnja, inspekcija, montaža, ...).

Planiranje procesa. Istovremeno sa projektovanjem proizvoda vrši se i njegova tehnološka analiza (izrada, kontrola/inspekcije, montaže). Ovi procesi se definišu kao dijagram toka sa nepohodnim resursima za ove procese.

Projektovanje proizvodnog koncepta. Težište na kreiranju proizvodnog koncepta je definisanje modela menadžmenta proizvodnje i zadaci sa specifikanim zahtevima. Ovaj model mora biti kompatibilan sa konceptom fabrike. Ako se model digitalne fabrike razvija bez ovih elemenata, onda nastaje diskontinuitet između virtuelnih modela proizvoda i fabrike.

Planiranje fabrike i logistička podrška. U planiranju fabrike i njene logističke podrške, težište se stavlja na razvoj različitih varijanti layout-a za projektovani model proizvodnje. 3D vizuelizacija i multimedijalna prezentacija layout-a omogućuje planiranje tokova materijala kao i logističko planiranje.

Projektovanje radnih uslova. Ovaj element se odnosi na detaljno definisanje tehničkih i prostornih parametara tehnološkog i montažnog radnog mesta. On obuhvata projektovanje metoda rada, ergonomske aspekte radnog mesta i instalacija, integralni layout radnog procesa kao i organizaciju rada. Koncept povezuje radnika, tehnologiju, informacije i organizaciju sa ekonomskog aspekta uz optimalne uslove.

Menadžment vremenom. Standardizovane metodičke procedure zahtevaju korišćenje podataka o vremenskim resursima za različite faze projektovanja, planiranja i izrade proizvoda. Oni obezbeđuju osnovu za upravljanje tehnološkim i proizvodnim ciklusima, unapređujući produktivnost u tehnološkim oblastima.

Simulacija. 3D simulacija toka materijala se izvodi varirajući veliki broj faktora (broj, način upravljanja i veličinu skaldišta – alata, materijala, ..., strategiju stezanja obratka, poremećaje/zastoje na mašini, itd. Ovo je potrebno da bi se što više približio stvarnosti dinamički model mašine.

Virtuelna fabrika. 3D vizuelizacija i multimedijalna simulacija mašine i opreme sa njihovim dinamičkim okruženjem u interakciji sa taposlenima i okolinom daje virtuelni model digitalne fabrike. Na ovaj način se izbegavaju negativni efekti mogućih grešaka u realnom okruženju.

Sve napred navedene faze su podržane parijalnim i integralnim modelom proizvoda i fabrike, kao osnovnog virtuelnog modela digitalne fabrike.

5. MODEL MENADŽMENTA KVALITETOM U DIGITALNOJ FABRICI

Menadžment kvalitetom digitalne fabrike, njenih partnera i dobavljača se izvodi primenom danas aktuelnih prilaza u ovoj oblasti. Osnova za razvoj i primenu ovog koncepta je digitalni model kvaliteta koji ima više dimenzija, koje se u narednom tekstu izlažu.

Kvalitet kao ekonomsko-komercijalni koncept predstavlja osobine proizvoda koji je planiran i proizveden za korisnika. Proizvođač treba da postigne kvalitet kakav kupac traži, a on traži ono što želi. Zato proizvođač stalno uči na zahtevima kupca, a u ostvarivanju zahtevanog primenjuje različite tehnike inženjersva kvaliteta. Isporučilac, kvalitetom ne ispunjava samo zahteve kupaca, već i ostalih interesnih grupa organizacije, a oni mogu biti i konfliktni. Najvažnije karakteristike kvaliteta proizvoda, prepoznaje i prihvata kupac pri njegovoj isporuci. Na otvorenom tržištu, uloga javne administracije je da definiše minimum zahteva i kontroliše da li se oni zadovoljavaju, a odnose se na zaštitu zdravlja potrošača i zaštitu okoline. Neočekivane osobine kvaliteta proizvoda, dobijene posle njegove isporuke, daju kvalitetu imaninentne (unutrašnje) osobine, koje se nazivaju transcendentalne (teško objašnjive) osobine. Tako se za kvalitet može reći da je osećaj (očekivanje) o potpunom zadovoljenju očekivanja, kao nezavistan entitet

proizvoda ili usluge. Pri isporuci proizvoda / usluge, transcendentalni kvalitet nije predmet definisanih zahteva (vrednosti).

Termin *ex post* kvalitet označava onaj kvalitet koji se *pokazuje* u upotrebi. Nasuprot ovome, termin *ex ante* predstavlja očekivanja *pokazatelja kvaliteta* pre isporuke. Većina tržišta danas funkcioniše po principu *ex ante* kvaliteta. Svetski lideri za kvalitet, posebno iz oblasti industrijskih proizvoda, danas preuzimaju neočekivane inovacije, koje u fazi *ex ante*, generišu osećaj *atraktivnog kvaliteta*, ili *kvaliteta iznad očekivanja*. Do elemenata za ove inovacije se dolazi preko generisanog iskustva, znanja i učenja *ex post* kvaliteta, koji se mogu multiplikovati kao rezultat najbolje prakse. Uz pojam transcendentalnog kvaliteta, može se definisati i sledeće pitanje – Mogu li se principi menadžmenta kvalitetom, tehnike i metodi inženjerstva kvaliteta, uspešno primeniti u razvoju ovog koncepta? U tržišnoj ekonomiji, kupci su slobodni da kažu šta žele, ili očekuju od proizvoda. Zato proizvođač ova pitanja (želje) prevodi u praktičnu formu – definisane zahteve, koji se pri isporuci moraju zadovoljiti. Polazeći od ovog prilaza, mogu se definisati *četiri tipa idealnog kvaliteta*, koji predstavljaju izvor informacija za ove zahteve, odnosno odgovor na pitanje – Kako proizvođač može znati šta je kvalitet proizvoda/usluge za kupca?

Prvi tip je kvalitet poznat kao *proizvodnja bez grešaka*, odnosno *kvalitet konformnosti*, gde se informacije o zahtevima za kvalitet generišu sa tehničkih crteža, ugovora i specifikacije usluge. Inspekcija, kontrola kvaliteta, audit, preispitivanje, korektivne i preventivne mere, kao i troškovi lošeg kvaliteta su metodi koji omogućuju ostvarivanje konformnosti. Kod velikoserijske i masovne proizvodnje koriste se: statistička teorija varijacija, tehnike rešavanja problema, projektovanje na bazi eksperimenata i standardizacija, kao vrlo uspešni alati za ostvarivanje usaglašenosti. Menadžment sistemima kvaliteta (QMS), odnosno ISO 9000 : 2000, predstavlja najnoviji prilaz u ovoj oblast za ovaj tip kvaliteta.

Drugi tip je *projektovanje za kvalitet*, koji je poznat kao prilaz *kvalitet performansi*. Ovaj prilaz koristi profesionalna znanja i iskustva eksperata, generisanih za određene oblasti. Tekuće karakteristike kvaliteta proizvoda ili usluge se porede sa teorijskim ili pokazateljima najbolje prakse. Tako, kvalitet u ovom slučaju predstavlja odnos između aktuelnog projektnog rešenja i nivoa performansi koje se ostvare u proizvodnji. Kvalitet se onda dobija kao izvrsnost projektovanja, koja zavisi i od naučnog i tehničkog progressa i primene računarske tehnologije. Saglasnost i performanse kvaliteta se porede sa ostvarenim elementima proizvodnje i projektovanja.

Unapređenje kompetencije proizvoda/usluge iz ugla kupca, predstavlja treći tip koji se naziva *kvalitet kupca*. Elementi kvaliteta proizvoda/usluge se generišu različitim metodama marketinga, kao što su informacije o zadovoljstvu kupca, fokusirane na određene grupe. One se dobijaju poređenjem očekivanja kupca i ostvarenim karakteristikama kvaliteta proizvoda/usluge. U ovom prilazu kupac ima dve vrste uticaja u odnosu na proizvođača, a to su očekivane performanse i cena. Ovaj prilaz definisanja kvaliteta proizvoda je posebno izražen u automobilskoj industriji (Mercedes, VW).

Kada se kvalitet kupca značajno unapredi, unapređuje se i *kvalitet življenja*, što predstavlja četvrti tip kvaliteta. Ovde se vrši potpuno ostvarivanje očekivanja kupca u lancu: interesne grupe – sistem (organizacija) – kvalitet okruženja. Ovo se ostvaruje integracijom menadžment sistema za kvalitet, životnu sredinu, bezbednost zaposlenih i zaštitu njihovog zdravlja. Ovaj koncept se danas sertifikuje integrisanim menadžment sistemom (IMS), koji obuvata: QMS (ISO 9001 : 2000) – EMS (ISO 14001) – OHSMS (OHSAS 18001).

Navedena četiri koncepta koriste različite izvore informacije i metodologije za menadžment kvalitetom, imajući u vidu pre svega sledeće činjenice, koje predstavljaju osnove ovih prilaza i to: (i) obezbeđenje kvaliteta u proizvodnji i projektovanju (projektovanje za proizvodnju / kvalitet, QFD metode za prevođenje zahteva kupca u specifikacije projekta), (ii) modeli izvrsnosti orjentisani ispunjenju zahteva interesnih grupa organizacije, (iii) sistemi za zaštitu okoline, i (iv) socijalni kvalitet ili kvalitet društva.

6. ZAKLJUČNE NAPOMENE

Polazeći od svega navedenog možemo zaključiti da se koncept digitalne fabrike zasniva na menadžmentu podacima i resursima o proizvodnji, planiranju i proizvodnji, odnosno o svim procesima koji se u ovim lancima javljaju. U celom ovom konceptu modul tolerancija je bazni jer obezbeđuje upravljanje kvalitetom konformnosti na bazi povratne sprege. Današnja aktuelna istraživanja u ovoj oblasti su: (i) kako što efektivnije povezati i upravljati različitim skupovima informacija o elementima digitalnog modela proizvoda i njihovim vezama, (ii) kako upravljati sa što većim brojem varijanti proizvoda u njihovoj digitalnoj verziji, (iii) kako u ceo koncept digitalne fabrike integrisati partnere i dobavljače sa svim neophodnim informacijama o digitalnom proizvodnji, i (iv) istraživanja i razvoj nove generacije inženjerskih aplikativnih software za projektovanje proizvoda, planiranje procesa i upravljanje proizvodnjom u digitalnom okruženju.

REFERENCE

- [1]. UNICE, *Stimulating Creativity and Innovation in Europe*, The UNICE Benchmarking Report 2000, Bruxelles, 2000.
- [2]. Jovane, F., *The role of Research in Manufacturing in EU*, ITIA-CNR, Institute of Industrial Technologies and Automation - National Research Council of ITALY, Milano, 2004
- [3]. EC, Workshop "*The Machine-Tool sector and the FP6*", Leuven - 25th October 2002.
- [4]. Jovane F., "*Research based Evolution of the Man- Industry Value Chain*", ITIA series, MRI, November 2002.
- [5]. EC - DG Research, "*The Future of Manufacturing in Europe 2015-2020: The Challenge for Sustainable Development (FuTMan)*", Bruxelles, 2002.
- [6]. EC, "*Report on the analysis of Expressions of Interest*", <http://www.cordis.lu/fp6/eoi-analysis.htm>, 2002.
- [7]. EC, *RTD-Comdocuments Database of Cordis*, http://www.cordis.lu/en/src/d_001_en.htm.
- [8]. Wagner, T., *The Digital Factory*, Bosch GmbH, Stuttgart, 2004
- [9]. Westkamper, E., *Smart Factories – Digital Factory as System of the Future*, Institute of Industrial Manufacturing and Management, Stuttgart, 2004.
- [10]. Bar, T., *Steps Towards the Digital Factory*, DC Research and Technology Center, Ulm, 2004.

30. JUPITER KONFERENCIJA
30th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



32. simpozijum

UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM U
INDUSTRIJI PRERADE METALA

Beograd, april 2004..

**UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM U INDUSTRIJI
PRERADE METALA
PRODUCTION CONTROL IN METALWORKING INDUSTRY**

AVAKUMOVIĆ, Č. Upravljanje rastom malog preduzeća	4.1
BULATOVIĆ, M. Uticao politike planiranja prenosa materijala na karakteristike proizvodnih sistema	4.5
ĆURČIĆ, S., MARIĆ, A. Reinženjering linije za proizvodnju hleba u funkciji automatizacije.....	4.9
IVANOVIĆ, R., KOVLJENIĆ, B., POPOVIĆ, M. Razvoj informacione podrške za sistem praćenja proizvodnje.....	4.13
JAKOVLJEVIĆ, Ž., PETROVIĆ, P. Primena vejevlet transformacije u detekciji diskontinuiteta u signalu	4.17
KOMADINIĆ, V., VUKIĆEVIĆ, V. Analiza softverskih proizvoda za upravljanje održavanjem tehničkih sistema	4.23
LUKIĆ, L., ANĐELKOVIĆ, Z., STAMATOVIĆ, S. Informacioni sistem za upravljanje proizvodnjom	4.27
SLAVKOVIĆ, G. Web obrasci.....	4.31
SOLDAT, D., MALIĆ, D., MALIĆ, M. Moduli softvera za sistemsku podršku u procesu održavanja proizvodne opreme	4.35
STOŠIĆ, D., BABIĆ, B., IVANOVIĆ, R., POPOVIĆ, M. Transformisanje postojećeg CAPP za višekorisničko okruženje.....	4.39
VUKIĆEVIĆ, V., KOMADINIĆ, V., BOŠKOVIĆ, V. Prilog izboru koncepcija održavanja tehničkih sistema.....	4.45

[**← NAZAD**](#)



Проф.др. Чедомир Авакумовић¹

УПРАВЉАЊЕ РАСТОМ МАЛОГ ПРЕДУЗЕЋА

Садржај: Уопште раст предузећа увек мења природу управљачких проблема са којима се предузеће сусреће. Потребно је усмеравати и контролисати изазове управљању предузећа који настају са растом предузећа. Како те изазове контролисати и усмеравати ради постизања планираног управљања бизнис пројектима малих предузећа тема је овог рада.

Кључне речи: менаџмент, раст, бизнис пројекти.

1. У В О Д

Мала предузећа чија је делатност прерада метала почињу пословање као пословни подухвати појединаца где је он истовремено и оснивач и једини менаџер предузећа а веома често и извршилац појединих активности. Организациона структура ових предузећа је једноставна, односи са запосленим су непосредни. Планирање је у почетку оперативно а управљање је текуће и непосредно по својој природи. Доношење одлука у овим предузећима је сконцентрисано на осниваче односно предузетнике – менаџере.

Већина ових малих предузећа, су предузећа породичног бизниса и са природним растом и развојем током времена, мења се и природа управљачких проблема и настаје потреба за неопходним знањем како би се успешно решили ови проблеми.

Један правац који је доста ређи је дељење ових предузећа на два и више мањих предузећа у зависности од природног раздвајања породица. Други правац који је чешћи је временски раст ових предузећа. Раст предузећа нужно се одражава на све аспекте његовог пословања. Са растом броја запослених у предузећу, растом обима продаје, проширењем производних капацитета, повећањем залиха материјала и производа, настаје све већа сложеност организационе структуре предузећа, повећавају се и потребе за капиталом и тако настају и бројни нови проблеми у пословању а ранији пословни проблеми у пословању су све сложенији и обимнији.

Што је бржи раст предузећа то су веће могућности настанка ових проблема услед различитих притисака, журбе, несналажења, губитка контроле и сл. (1. стр.512). Да би се ови проблеми успешно решили неопходно је извршити одговарајуће промене у управљању предузећем. Те промене су услов да би предузеће успешно пословало и наставило перманентан раст и развој. Најзначајније промене су промене улоге менаџмента, промене улоге лидера, потребе проширења овлашћења запослених, као и низ промена у подручју управљања производњом, маркетингом, финансијама и сл.

¹ Проф.др. Чедомир Авакумовић, Политехничка академија, Београд
Телефон 011-269-8222

2. УПРАВЉАЊЕ РАСТОМ МЕТАЛО ПРЕРАЂИВАЧКОГ ПРЕДУЗЕЋА

У току свог животног циклуса пословни подухват, односно мало предузеће, уобичајено пролази следеће фазе: фаза истраживања и развоја (пре појаве предузећа), фаза покретања (најчешће 1-2 године од почетка рада), фаза раног раста (3-10 г.), фаза зрелости (10-15 г.) и фаза стабилности. (1. стр.514).

Управљачке промене и њихове манифестације различите су у појединим фазама раста предузећа. Тако, најмање управљачких проблема предузеће има у почетним фазама – фаза истраживања и развоја и фаза покретања. У фази покретања предузеће улаже велике напоре да се пробије на тржиште и да за почетак стекне своју препознатљивост на тржишту и ако обично почиње са увођењем на тржиште сасвим оригиналног производа. У овој фази, предузетник непосредно контролише пословање предузећа и „живи“ са проблемима који настају у пословању и има могућност да може брзо реаговати на појаву проблема.

У фази раног раста предузећа, када се раст предузећа убрзава, долази и до повећаног и убрзаног настанка проблема и веома мало расположивог времена за њихово решавање. Честа је појава да предузетник није припремљен да може да држи корак са овим проблемима. Ти проблеми су најчешћи са ликвидношћу, контролом висине трошкова, квалитетом производа, временом испоруке производа, појачаном конкуренцијом, падом продаје и прихода предузећа. Да би се зауставиле ове тенденције и отклонили узроци предузетници имају две могућности. Прва, да предузетник уместо да реагује на ове проблеме и изврши неопходне промене и побољшање у пословању, често настоји да их заобиђе, односно да их „не види“.

Друга, да заустављање негативних тенденција у развоју предузећа решава тако што ће запошљавати стручњаке за поједина подручја пословања. На тај начин предузећа ће поново стећи флексибилност коју је изгубило још у фази раног раста, приход ће поново почети да расте и предузеће ће лакше и безболније ући у фазу зрелости.

Позната је чињеница да многи пословни подухвати који су у почетку свог животног циклуса били веома успешни доживљавају неуспех у каснијим фазама развоја. Ти узроци неуспеха могу бити:

- квалитети предузетника који су потребни за успех предузећа на почетку њиховог раста нису довољни да предузећу обезбеде успех у каснијим фазама раста,
- неспремност предузетника да промене свој приступ управљању и начин рада како би, оставши и даље предузетници, прихватили те захтеве у усклађивању управљања и начина рада, успешно управљали својим предузећем,
- неприхватањем захтева да у све сложенијим условима рада настаје потреба да се ангажују специјалисти за различите аспекте пословања,
- неангажовање стручњака ради усклађивања њихових вештина, и некористићења савремених принципа и метода пословног управљања. (2, стр.359).

Важно је напоменути да управљачка улога није у супротности са улогом предузетника, јер предузетник који је истовремено и менаџер, не треба, односно не сме да одустаје од својих предузетничких склоности, јер он треба да настави да трага за новим идејама и решењима, како се не би десило да његово предузеће изгуби изглед за даљи раст.

Процес управљања малим предузећима која имају високу стопу раста, показују потребу за сталним прилагођавањем процеса управљања измењеним захтевима који настају током њиховог развоја. То прилагођавање зависи од делатности предузећа, индивидуалног стила управљања и способности предузетника.

Уколико се делатност предузећа састоји од једноставнијих пословних подухвата, предузетник највећи део свог времена посвећује непосредном обављању низа функција. Са повећањем сложености предузећа, предузетник је све мање упознат са свим детаљима неопходним за вођење послова, а проблеми који се морају решавати постају све сложенији. Број активности које се морају обавити у предузећу је повећан а на основу тога и број одлука које се морају донети све је већи, тако да предузетник који је у претходном периоду сам доносио одлуке, због повећаног обима не може

успешно да то ради у наредном периоду односно фази раста малог предузећа. Потребно је истаћи да предузетнику у овој фази развоја предузећа због оскудице времена и недостатка знања и способности да обави ове све активности је неопходна помоћ у виду ослањања на друге стручне људе. Сада предузетник све већи део свог времена треба да посвети обуци, избору, мотивисању и оцени својих сарадника и напорима да њихове активности усклади и повеже у једну складну целину, како би деловали као јединствен тим. Предузетник све мање извршава конкретне послове, а све више управља менаџерима средњег нивоа у предузећу. Он њима препушта оперативно планирање а он постаје креатор стратегијског планирања.

Да би предузетник формирао ефикасан тим сарадника, он треба да је спреман и да пренесе део својих овлашћења на подређене како у реализацији неких активности, тако нарочито овлашћења за доношење одлука. Овај моменат може се истаћи као преломна тачка развоја и раста малог предузећа, јер уколико предузетник није спреман да пренесе оперативне послове, активности и одлуке на специјалисте из свог новоформираног тима онда он постаје ограничавајући фактор раста предузећа. Но, не би се могло са сигурношћу рећи да одлука о непреношењу овлашћења на сараднике може и лоше утицати на укупан успех предузећа, већ само може утицати на даљи раст предузећа. Треба да имамо у виду да и стварање ефикасног тима и преношење овлашћења на појединце из тима не доноси самим собом успех у пословању предузећа, већ је то ипак стохастичка величина која зависи од више параметара и изазова.

Многи предузетници су свесни тих опасности које доноси нагли развој предузећа, па су зато неспремни да се одрекну својих овлашћења и намерно задржавају обим активности предузећа у границама које могу контролисати. Мислимо да у томе нема ништа лоше, под условом да је заснована на реалном сагледавању ризика који раст предузећа са собом носи и свесног сагледавања губитка потенцијалних могућности.

Уколико се предузетник определи за раст свог предузећа већи до тржишне стопе раста, а није спреман на промене у свом приступу управљању, настаје потенцијално висок ризик неуспеха, због немогућности да предузетник донесе правовремено одлуке у циљу решавања измењених и сложенијих проблема.

3. ФАКТОРИ КОЈИ УТИЧУ НА РАСТ МАЛОГ ПРЕДУЗЕЋА ПЕРЕРАДЕ МЕТАЛА

На предузетнику је да донесе одлуку да ли ће његово мало али успешно предузеће да уђе у зону ризика из које може изаћи још веће и успешније и имати значајнији утицај у својој околини и шире или ће само предузети неке од мера које ће имати за циљ да одрже постигнути ниво стабилности и ликвидности предузећа.

Уколико се определи за раст и развој предузећа, потребно је да у ширем смислу прихвати основне функције менаџмента и њихове законитости примени у свом пословању. Најбоље је кад током времена развоја свог предузећа, он следеће постулате менаџмента укомпонује у активности и пословну филозофију свог предузећа. По нашем мишљењу, потребно је обратити пажњу на следеће:

- делегирањем ауторитета на запослене менаџер ослобађа своје време и енергију а много значајније послове а истовремено се стварају претпоставке за квалитетније обављање оперативних послова,
- ширењем овлашћења подређени постају одговорни за сопствене активности и активности других запослених па се повећавају и њихови мотиви за већом одговорношћу,
- повећава се могућност да запослени испољавају своје способности и да на тај начин повећавају степен интегрисаности појединца у радни колектив предузећа и смањују се флукуација запослених
- предузетник – власник предузећа потребно је да својим одређеним понашањем и постигнутим резултатима постане лидер. Растом предузећа и запошљавањем нових људи, предузетник – лидер треба да стално прилагођава и свој стил вођења. Предузетник мора стално водити бригу о индивидуалним мотивима запослених, јер његови мотиви и мотиви запослених нису исти,
- потребно је развијати конкурентске предности и тако смањити утицај конкурентата на тржишту (смањити трошкове производње и дистрибуције, стварати индентитет марке и

- развијати лојалност купца, развити дугорочне односе са добављачима и дистрибутерима и др.),
- одржати и развијати предузетнички дух предузећа (афирмисати креативни и иновативни приступ у свакодневном пословању, подстицати трагање за супериорним решењима, обезбедити време и ресурсе за истраживачки и екпериментални рад, омогућавати приступ запосленима информацијама и др.),
 - омогућити обуку и коришћење информативних достигнућа науке и технике (пословних софтверских пакета, интернета и др.).

И на крају потребно је истаћи да све планирано и реализовано треба кориговати и контролисати.

4. ЗАКЉУЧАК

Раст малог предузећа прераде метала увек мења природу управљачких проблема са којима се предузеће сусреће. Предузетник треба да схвати да будуће промене, раст и успех предузећа не зависи само од њега него и од других запослених у предузећу. Предузетник је потребно да прерасте у лидера и вођу тима компететних и мотивисаних сарадника. Неопходно је извршити суштинске промене у приступу управљања другим подручјима пословања, неоступајући од предузетничког стила рада.

ЛИТЕРАТУРА

- 1) Timmons, J.A. ht.el. New Venture Creation; Entreprenship in the 1990 s Irwin, 1990.
- 2) Siropolis, N.C. – Small Business Management; a Guide to Entreprenship, Hovethon Misflin, 1990.

MANAGEMENT IN THE GROWING SMALL BUSINESS

Abstract: Always enterprises growing change nature of supervision problem. It is necessary to controlled provocations in supervision which can be made with enterprise growth. How we can take controlled and dictate planning enterprise project of small business we will see in this text.

Key words: management, growth, proposal.

Prof. dr Miodrag Bulatovic¹

UTICAJ POLITIKE PLANIRANJA PRENOSA MATERIJALA NA KARAKTERISTIKE PROIZVODNIH SISTEMA

Rezime

Ovaj rad interpretira rezultate istraživanja iz kompetentne literature, koji pokazuju kako se ponaša proizvodni sistem pod uticajem planiranja, koje se odnosi na snabdijevanja proizvodnog procesa u toku ili popunu između procesa proizvodnje, kao osnove logistike proizvodnog procesa.

Dok je uticaj politike upravljanja na kompletan sistem potpuno jasan, uticaj na elemente sistema objašnjava se istraživanjima od kojih su neka prikazana u ovom radu, tako da ova analiza pokazuje efekat načina prenosa na performanse sistema.

Zahtjev pouzdane i tačne isporuke finalnog proizvoda diktira operativni domet i stoga izbor prenosne politike - logistike je dat da korespondira sa elementima sistema između procesa.

Pod istim okolnostima korišćenje KANBAN sistema može biti nekada neopraktično zbog količine materijala neophodnog za upotrebu u sistemu.

Cljučne riječi: politika planiranja prenosa, proizvodna logistika, proces, kanban, snabdjevač, kupac.

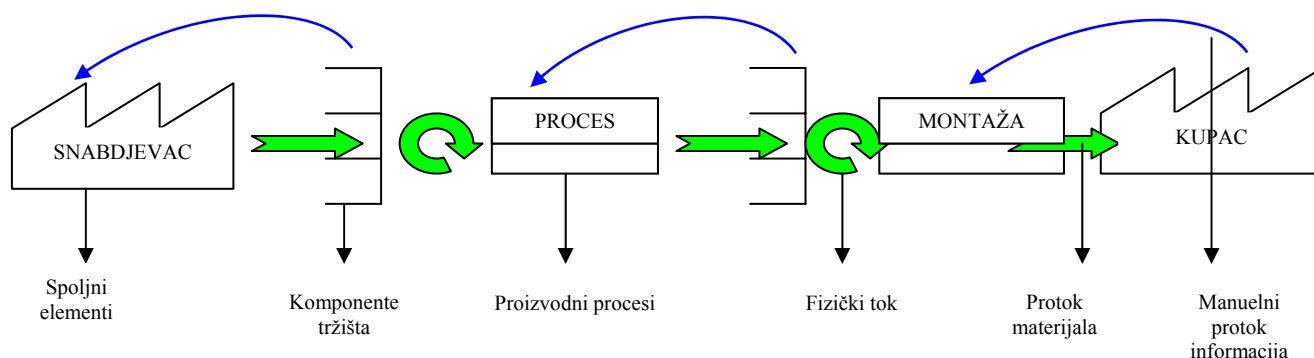
1.Uvod

Lancana povezanost sistema u proizvodnim procesima je osnova koja određuje performanse sistema. Takva lancana povezanost je definisana vrstom materijala i ustanovljenim protokom informacija što predstavlja dio *proizvodne logistike*. Upravljačka strategija u proizvodnom sistemu nameće poseban način prenosa informacija u fabrici. Slično tome, specifična implementacija *politike planiranja prenosa* definise način prenosa materijala između dva nezavisna procesa.

Definisane su dvije politike planiranja prenosa resursa za ispunjenje globalne prirode proizvodnog sistema, koje se nazivaju "*ruta po zahtjevu*" i "*propisana ruta*".

Proizvodnja je prerada materijala sa određenom svrhom i potrebom za uvećanjem vrijednosti koji obuhvata i aktivnosti usmjerene prema skladištenju, pregledu i transportu, kao i druge koje su povezane sa politikom planiranja koja upravlja procesom.

Proizvodni sistemi su rezultat integracija iskorišćenih resursa prema zadacima. Primjer sistema je prikazan u na sl.1. gdje svaka jedinica ima svoje snabdjevače (unutrašnje ili spoljne), kao i potrošače, a može i sam sistem biti potrošač ili snabdjevač susjedne jedinice.



Sl.1 Jednostavni proizvodni sistem sa elementima i vezama koje ga čine

KANBAN upravljanje je način da se pokrene dopuna materijala kroz proizvodni proces ili ćelije, koje ne mogu biti integrirane u jedan neprekidni tok proizvodne jedinice. U čistom KANBAN sistemu, povezanost

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

između proizvodnih jedinica je lokalna, jer se tiče isključivo njih samih. Sa druge strane, kontrolna strategija uključuje i globale i lokalne informacije.

Implementacija KANBAN sistema često je bila limitirana zbog uslova u kojima većina fabrika radi. Primjer takvih uslova su procesi koji su vremenski otvoreni, ili pak oni koji zahtijevaju dugotrajne primjene s vremenom na vrijeme, zatim sistemi sa visokim nivoom varijacija, sistemi gdje sve posebne varijante ne mogu biti zadovoljene od strane postojeće strukture sistema (nepouzdana mašina i loš program održavanja), sistemi sa velikim brojem varijacija, sa dijelovima koji se rijetko koriste ili su veoma skupi za čuvanje i održavanje i dijelovima koji imaju veoma limitiran vijek trajanja.

Dvadeset četiri faktora identifikovana su kao zahtjevi za kompletnu karakterizaciju KANBAN kontrole proizvodnih sistema što je prikazano u tabeli 1. Ovaj dugi set parametara motiviše istraživački rad na efektima individualnih parametara na performanse sistema, isto kao i na njihovim relacijama prema performansama mjerenja.

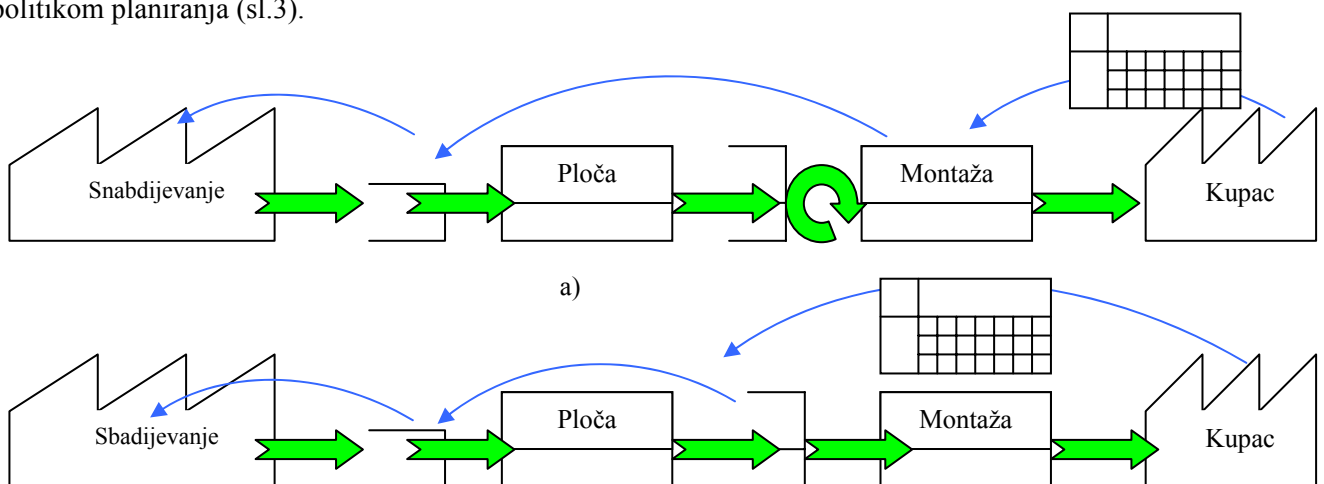
Tabela 1:

Faktori projektovanja operativnog KANBAN sistema	
1. KANBAN brojevi	16. Određivanje radnih zakonitosti
2. Vrijeme distribucije kontejnera	17. Materijalno manipulisanje spojnicama
3. Zadato vrijeme distribucije	17. Materijalno manipulisanje spojnicama
4. Zahtjevi vezani za završni proizvod	18. Materijalno manipulisanje frekventnosti
5. Snabdijevanje i nabavka sirovina	19. Broj cjelina prevoznih sredstava
6. Konfiguracija proizvodne linije/dijelovi utvrđene rute	20. Raspoloživost prevoznih sredstava, pravila rasporeda prevoznih sredstava
7. Mehanizmi blokade	21. Kapacitet prevoznih sredstava
8. Broj cjelina	22. Materijalno manipulisanje vremenom distribucije
9. Dijelovi proizvoda/dobiti	23. Materijalno manipulisanje operacijom zaprecavanja mehanizama
10. Velicina dijelova kontejnera	24. Materijalno manipulisanje (vodjenje) operacijom pravila raspoređivanja pojedinacnih sekvenci
11. Velicina serija	
12. Zakonitost stanica u nizu	
13. Broj masina po stanici	
14. Vjerovatnoća kvaliteta masina	
15. Radna fleksibilnost	

2. Interpretacija istraživanja

2.1 Prikaz objekta i uslova istraživanja

Implementacija dvije politike planiranja koje se nazivaju "*ruta po zahtjevu*" i "*propisana ruta*" su predmet istraživanja koji se prezentuje kroz simulacionu studiju upoređujući te dvije vrste politike, na performansama sistema koji obuhvata izradu elemenata i operacije montaže, pod jedinstvenom kontrolnom politikom planiranja (sl.3).



Sl.3 Politika planiranja prenosa a) ruta po zahtjevu (route - by - request), b) propisana ruta (prescribed route)

Objekat istraživanja je fabrika za proizvodnju samohodnih kompresora sastavljen od osamnaest ćelija koje su u procesu dio vremena, dopustajući svakom pojedinacnom dijelu vremena protok materijala. Postoje tri različite vrste kompresora, sve sa istim vremenom obrade. Različiti krajnji proizvod je determinisan

različitim komponentama koriscenim u sklapanju. Takve komponente su obilježene sklapanjem elemenata od vrha do dna.

Postoje tri mašinske linije, svaka sa svojim karakterističnim komponentama sa svojim dobavljačima.

Komponente isporučuje transportni viljuskar od radionice do mjesta sklapanja. Viljuskar nosi pun kontejner i zatim vraća prazan, a uobicajeno vrijeme za tu dionicu je definisano.

Sirovine za mašinsku proizvodnju obezbijedjene su od spoljnog dobavljača.

2.2 Model implementacije

Zbog kompleksnosti sistema koji je gore opisan, za analizu sistema je odabrana softverska simulacija. Koriscen je Tejlorov ED Softver* za sistem. Ovaj softver sadri implemetaciju elemenata proizvodnje koji su obradjeni, veze izmedju njih i strategije koje obradjuju te veze. Inicijalni dio je uslovljen vjerovatnoćom i kvalitetom proizvodne stanice, ali uzima uzima u obzir i varijante u ciklicnom vremenu operacije. Takođe je uzeta u obzir i stalna nabavka sirovina.

U namjeri da se procijene performanse sistema uracunat je i puni nivo isporuke završnog proizvoda. Ako porudžbine ne bi zahtijevale očekivani vremenski uslov, to bi takođe uticalo na nivo isporuke završnog proizvoda. Zahtjev koji se odnosio na ovaj eksperiment je definisana proizvodnja u jedinici vremena (na sat), s određenim vremenskim razmakaom. Za procjenu u ovoj oblasti je uzet vremenski interval jedne smjene od 8 sati.

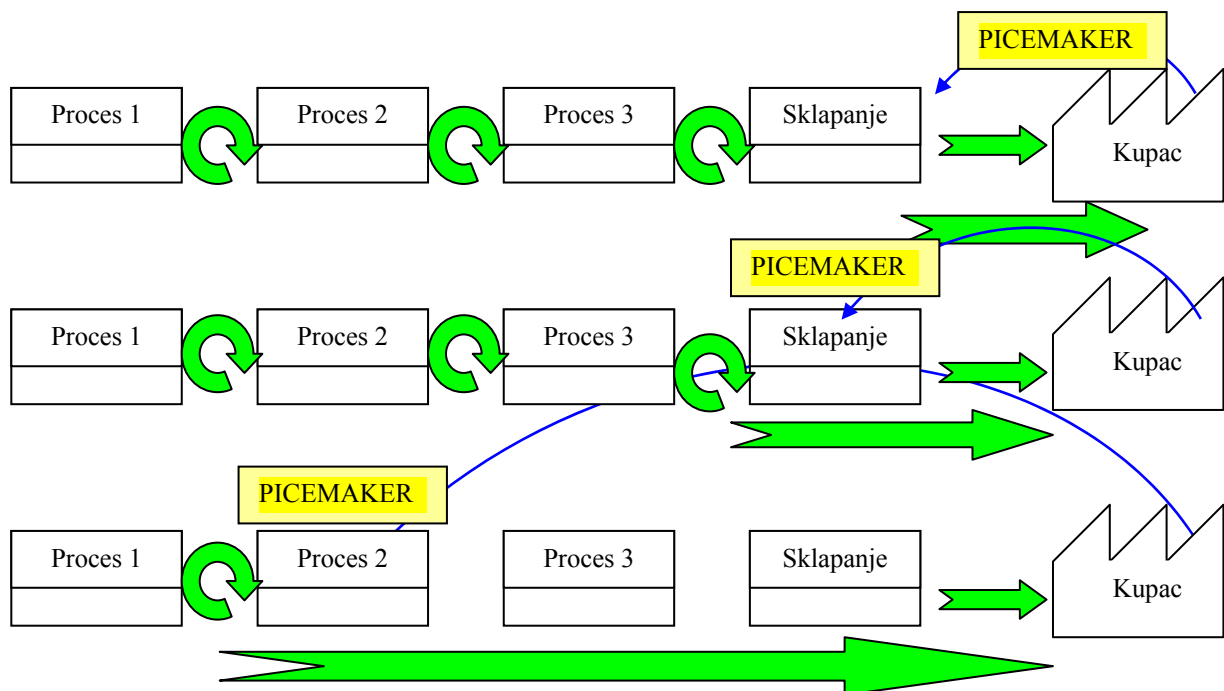
2.3 Rezultati istraživanja

Rezultati interpretirane studije pokazali su da efekti materijalne transportne strategije planiranja mogu postati veoma značajni u sistemu propizvodnje.

Strategija "propisane rute" generalno zahtijeva niži nivo WIP -a (work in process) za date kapacitete. Ova metodologija obezbjeđuje bolje preformance iskorišćenja u području od najveće važnosti za operacije (90%).

Važna činjenica koju treba imati na umu u implementaciji ove strategije jesu zahtjevi za perfektnim kvalitetom od početnog procesa ili sistema koje kompenzuje eventualne defektne elemente.

3. Picemaker (davalac tempa-takta) procesa u sistemu



Sl.4 Različite lokacije "picemakera" u proizvodnim linijama

Važan element proizvodnog sistema, sačinjenog od više medju sobom povezanih ćelija je konzistentnost sa relativno malim količinama proizvoda. Ovi uslovi dozvoljavaju najpovoljniji i učestali monitoring

karakteristika sistema prema zahtjevima kupca. Istovremeno, često saopštavanje informacija o sistemu je uslov za upravljanje održavanjem.

U odnosu na ostvarenja rezultata poslovanja sistem povezanih ćelija treba da ima jedinstvenu tačku odakle idu informacije. Na toj jedinstvenoj lokaciji, planiranje informacija, prostor za ostvarenje potrebnog kvaliteta i vreme za potrebnu proizvodnju u skladu sa finalnim zahtjevom potrošača - kupca ostvaruje se u jednoj tački.

Takva tačka može se nazvati "*picemaker procesa*", jer, kako je proizvodnja kontrolisana u tom procesu, sve što slijedi mora ići u korak sa tim.

Sa te tačke sistema, zahtjevi upućeni narednom procesu i informacije koje je prate, bazirane su na prethodnom utrošku, prateći pravac ili tok materijala (sl.4) limitirano sa brojem KANBANA. "Picemaker" procesa determiniše šablon informacionih tokova u proizvodnom sistemu - fabrici, a takođe određuje strategiju u proizvodnom procesu (kretanje i djelimično kretanje).

ZAKLJUČCI

Implementacija *politike planiranja prenosa* definiše dva opšta način prenosa materijala između dva nezavisna procesa koji se nazivaju "*ruta po zahtjevu* (route - by - request)" i "*propisana ruta* (prescribed route)".

Rezultati interpretirane studije pokazali su da efekti materijalne transportne strategije planiranja mogu postati veoma značajni u sistemu proizvodnje i da strategija "propisane rute" generalno zahtijeva niži nivo WIP -a (work in process) za date kapacitete.

Planiranje informacija, prostor za ostvarenje potrebnog kvaliteta i vremena za potrebnu proizvodnju u skladu sa finalnim zahtjevom potrošača - kupca ostvaruje se u jednoj tački. Takva tačka može se nazvati "*pesmejker procesa*", od kontrolisanja proizvodnje u tom procesu, zavisi sve što slijedi i mora ići u korak sa tim.

EFFECTS OF SCHEDULING POLICY ON THE PERFORMANCE OF MANUFACTURING SYSTEMS

Abstract

This paper presents simulation results that show how the behavior of a manufacturing system is affected by two scheduling policies for transportation of work in progress or replenishment of material between production processes.

While the influence of control policies on the fill rate throughput and required inventory levels of the system has become clear from previous studies, this analysis shows that the effect of the policy for transportation on system's performance, even under a single control policy, is noticeable.

Under some circumstances however, the use of kanban systems may be impractical, because of the amount of inventory necessary between the processes.

Keywords: *scheduling policies, manufacturing logistics, process, kanban, supplier, customer.*

Literatura

/1/ Castenada J., Mierzejevska A., Cochran D., EVALUATION OF TRANSPORTATION SCHEDULING POLICY EFFECTS ON THE PERFORMANCE OF MANUFACTURING SYSTEMS, TMT 2003, Cambridge, Massachusetts, Boston, USA, 2000.

/2/ Cochran D., THE DESIGN AND CONTROL OF MANUFACTURING SYSTEM, Massachusetts Institute of technology, Cambridge, MA, 1998.

/3/ Bulatovic, M., LOGISTIKA, Mašinski fakultet u Podgorici, 2004.



S. Ćurčić¹, A. Marić²,

REINŽENJERING LINIJE ZA PROIZVODNJU HLEBA U FUNKCIJI AUTOMATIZACIJE

Rezime:

Prehrambena proizvodnja zauzima posebno mesto u procesnoj industriji, naročito kada je reč o proizvodnji hleba.

U radu je tretiran problem automatizacije linije za proizvodnju hleba instalisane u "DP Branko Perišić" u Kruševcu, sa konkretnim predlozima za poboljšanje stepena automatizacije linije.

S obzirom na problematiku razmatrane linije, za njeno uspešno poslovanje, potrebno je izvršiti promene koje će dati odgovarajuće rezultate. Te promene omogućava reinženjering procesa u funkciji automatizacije, jer se sa njim postižu maksimalni efekti u poboljšanju karakteristika linije.

Ključne reči: automatizacija, tehnološki nivo, proizvodna linija.

1. UVOD

Analizirana linija za proizvodnju hleba instalisana je u DP "Branko Perišić" u Kruševcu još 1985godine. Ova linija je maksimalno proizvodila od 80.000 do 100.000 jedinica, dok se trenutna proizvodnja kreće u granicama od 20.000 do 22.000 jedinica. Zbog toga je potrebno izvršiti odgovarajuće promene da bi ova linija bila konkurentna na tržištu proizvoda.

Ima nekoliko pristupa za poboljšanje procesa i postprocesa na proizvodnim linijama, a oni su: kontinualno poboljšanje procesa, redizajn postojećih procesa ili grupisanje postprocesa u okviru procesa ili sveukupni reinženjering. Izbor pristupa za prevazilaženje pojedinačnih problema zavisi od toga šta je pogrešno i koje dobiti se očekuju.

2. OPIS LINIJE ZA PROIZVODNJU HLEBA I CILJEVI NJENOG REINŽENJERINGA

Linija za proizvodnju hleba koja je instalisana u DP Branko Perišić u Kruševcu, data na slici 1. sastoji se od: automatske vage, miksera- mesilica testa, podizača prevrtača testa, univerzalne delilica testa, okruglitelja testa, transportera testa, intermedijarne komore, mašine za završno oblikovanje testa – rolarica, horizontalnog transportera testa, fermentacione komore, mosta- transporter testanih vekni, narezivača testanih vekni, automatske tunelske peći, prskačahleba, lamelnog transportera hleba.

Neprekidno smanjivanje troškova i poboljšanje kvaliteta su osnovni uslovi opstanka proizvodnog sistema u svakoj konkurentnoj tržišnoj ekonomiji [1]. Kako se konkurentnost proizvoda meri kvalitetom, cenom i rokom isporuke, zadovoljavanje kupca u pogledu kvaliteta i cene pogoduje svakom širenju tržišta.

Zbog smanjenja obima proizvodnje, problemi razmatrane linije mogu da se sagledaju kroz:

- visok utrošak u izradi koji je uzrokovan kasnim konstatovanjem želja kupaca,
- oscilacije nekih potreba za kapacitetom uzrokovane: velikim brojem vrsta proizvoda i oscilacijama potražnje,
- nedostajuće koordinacije ljudskih resursa i sredstava,
- nedostajuće alate i uređaje,
- duga vremena realizacije,
- uska grla na proizvodnim procesima usled ručnog rada.

¹ Dr Srećko Ćurčić, docent, Tehnički fakultat, Svetog Save 65, Čačak, Tel: 032/302 737, E- mail: sreckoc@tfc.kg.ac.yu, Aleksandar Marić, dipl. ing., "DP Branko Perišić", Kruševac.

Da bi se odstranili ili značajno umanjili navedeni problemi potrebno je uraditi reinženjering ove linije za proizvodnju hleba u fukciji automatizacije.

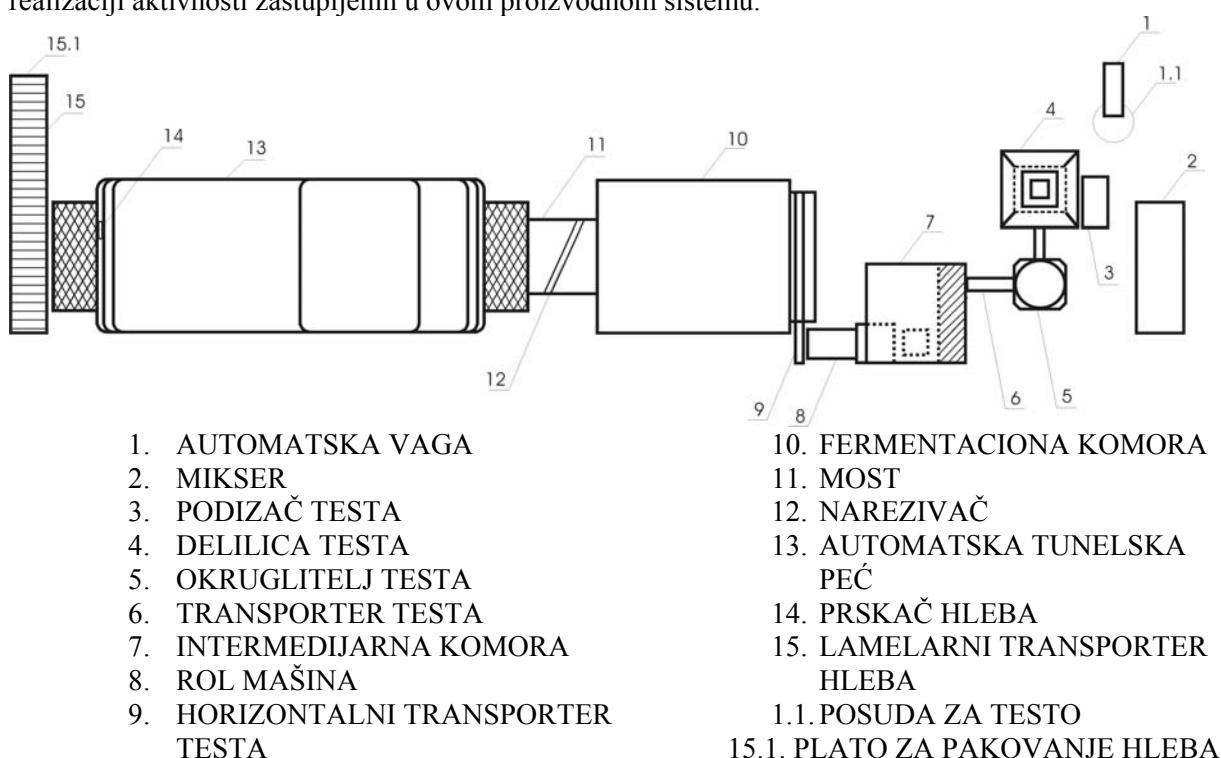
Ciljevi reinženjeringa razmatrane linije su: skraćenje rokova isporuke, smanjenje cene koštanja proizvoda, poboljšanje kvaliteta proizvoda i povećanje obima proizvodnje.

2.1 TEHNOLOŠKI NIVOI AUTOMATIZACIJE PROCESA NA RAZMATRANOJ LINIJI

Proizvodni proces predstavlja skup odgovarajućih aktivnosti kojima se vrši pretvaranje ulaznih u izlazne veličine u okviru proizvodne linije. Neosporno je da ovo pretvaranje ulazne u izlazne veličine vrši posredstvom većeg broja tehnoloških sistema koji mogu biti obradni, transportni, merni i drugo.

Tehnološki nivo automatizacije jednog proizvodnog procesa sačinjenog od niza različitih tehnoloških sistema nije jednostavno definisati.

Za identifikaciju tehnoloških nivoa automatizacije posmatranih proizvodnih procesa, neophodno je bilo najpre izvršiti tehnološke nivoe automatizacije pojedinačnih tehnoloških sistema koji su uključeni u realizaciji aktivnosti zastupljenih u ovom proizvodnom sistemu.



Slika 1. Linija za proizvodnju hleba instalisana u "DP Branko Perišić u Kruševcu"

Sagledavanje tehnološkog nivoa procesa sa aspekta automatizacije prema [4], može se vršiti na osnovu aritmetičke sredine vrednosti tehnoloških nivoa automatizacije svih tehnoloških sistema uključenih u posmatrani tehnološki proces, iz čega sledi izraz:

$$TN(p) = \frac{\sum_{i=1}^n TN_i}{n} \quad (1)$$

Gde su:

- $TN(p)$ - tehnološki nivoi automatizacije tehnološkog procesa,

- TN_i - tehnološki nivoi automatizacije i – tog tehnološkog procesa,

- n – ukupan broj tehnoloških sistema koji uslovljavaju izvršenje proizvodnog procesa.

Razmatrana proizvodna linija sastavljena je iz niza različitih tehnoloških sistema (obradnih, transportnih, mernih idr.), koji raspolažu sa velikim brojem različitih tehnoloških karekteristika, pa je neophodno najpre izvršiti grupisanje srodnih karekteristika, svih tehnoloških sistema, bitnih za utvrđivanje tehnoloških nivoa automatizacije.

Za dalju analizu usvojene su sledeće oznake i nizovi ovih kriterijuma, a oni su: K_1 – vrsta pogona mašina koje učestvuju u proizvodnom procesu, K_2 – način vođenja proizvodnog procesa, K_3 – način opsluživanja mašina, K_4 – način kontrole proizvedenih komada, K_5 – način kretanja materijala u proizvodnom procesu, K_6 – broj radnika koji opslužuje svaku mašinu.

K_1 sadrži parametre: P_R – ručni pogon, P_M – pogon mehanizovan.

K_2 sadrži parametre: C_K – proizvodni proces se vodi ručno-mehanizovanim putem, C_M – proizvodni proces se vodi mehanizovanim putem, C_{AS} – proizvodni proces se vodi automatizovanim putem.

K_3 sadrži parametre: O_R – opsluživanje ručno, O_{RM} – opsluživanje ručno-mehanizovano, O_{BR} – opsluživanje automatizovano.

K_4 sadrži parametre: R_{RC} – kontrola mašinska, R_V – kontrola ručna – vizuelna, pre i posle ciklusa rada.

K_5 sadrži parametre: M_{LS} – kretanje materijala linijski (serijski), M_{PR} – povratno kretanje materijala od izlaza iz mašine ka ulazu.

K_6 sadrži parametre: W_O – mašinu opslužuje jedan radnik, W_T – jednu mašinu opslužuju dva radnika.

Po utvrđivanju 6 kriterijuma i 14 parametra sa ciljem definisanja tehnoloških nivoa pojedinačnih proizvodnih procesa sa gledišta automatizacije, potrebno je utvrditi određeni broj tehnoloških nivoa koji se rangiraju po složenosti, počev od čisto ručnih oznaka (i) – tog tehnološkog nivoa automatizacije proizvodnog procesa kao:

TN_i , prema [4], gde je:

$i=1,2,3, \dots, 10$, pri čemu $i = 1$ odgovara najnižem, a $i = 10$ najvišem tehnološkom nivou automatizacije posmatranog proizvodnog procesa.

Na ovaj način formirana je tabela 1. u kojoj su dati tehnološki nivoji automatizacije svakog proizvodnog ciklusa kojim raspolaže razmatrana linija.

Tabela 1.

Tehno- nivo autom. (TN_i)	Mašine (M_i)	Vrsta pogona	Način vođenja procesa	Način opsluživanja mašina	Način kontrole komada	Način kretanja materijala	Broj radnika	
TN2	M1	P_M	C_K	O_{RM}	R_{RC}	M_{LS}	W_O	1
TN3	M2	P_M	C_M	O_{BR}	R_{RC}, R_V	M_{LS}	W_O	1
TN4	M3	P_M	C_M	O_R	R_{RC}, R_V	M_{LS}	W_O	1
TN6	M4	P_M	C_M	O_{BR}, O_R	R_{RC}	M_{PR}	W_O	1
TN9	M5	P_M	C_M	O_{BR}	R_{RC}	M_{LS}	W_O	1
TN8	M6	P_M	C_{AS}	O_{RM}, O_R	R_{RC}, R_V	M_{PR}	W_O	1
TN9	M7	P_M	C_M	O_{BR}, O_R	R_{RC}, R_V	M_{PR}	W_T	2
TN7	M8	P_M	C_M	O_{BR}, O_R	R_{RC}, R_V	M_{PR}	W_O	1
TN5	M9	P_M	C_M	O_{BR}, O_R	R_{RC}, R_V	M_{PR}	W_T	2
TN5	M10	P_M	C_K	O_{BR}	R_{RC}, R_V	M_{LS}	W_O	1
TN9	M11	P_M	C_K	O_R	R_{RC}	M_{LS}	W_T	2
TN6	M12	P_M	C_M	O_{BR}	R_{RC}	M_{LS}	W_O	1
TN10	M13	P_M	C_M	O_{BR}	R_V	M_{LS}	W_O	1
TN10	M14	P_M	C_K	O_{BR}	R_{RC}, R_V	M_{LS}	W_O	1
TN10	M15	P_M	C_K	O_{BR}	R_{RC}, R_V	M_{LS}	W_O	1
TN1	M0	P_R	C_M	O_R	R_V	M_{LS}	W_T	2

Iz date tabele 1. koja definiše stepen automatizacije linije za proizvodnju hleba se vidi da se veliki broj operacija obavlja ručno. To se odnosi pre svega na operacije formiranja testa i to: doziranje brašna, doziranje vode, korišćenje pomoćnog materijala kvasca i soli koji se u zames stavljaju ručno. Horizontalni transporter koji testanim komadima snabdeva fermentacionu komoru se takođe, opslužuje ručnim putem. Testani komadi se ručno stavljaju u fermentacionu komoru. Povratno kretanje materijala se, takođe, obavlja ručnim putem. Naime, komadi na izlazu iz mašine često nezadovoljavaju kriterijume mase, oblika, dubine narezivanja, fermentacije, kohezivnosti testa, izgleda lica vekne i zapremine vekne. Zato se pored linijskog kretanja materijala uvodi i povratno kretanje materijala.

Mašine na kojima se obavljaju pomenute operacije su: (rol mašina)- usled nepravilnog vođenja – podešavanja zazora između valjaka i zategnutosti platna, (narezivač)- nedovoljna dubina narezivanja ili nenarezani komadi, (fermentaciona komora)- nedovoljne dužine fermentacije i neadekvatne temperature,

(delilica)- često kidanje testa ili velika ugnječenost testa i komadi manjih gramatura, (tunelska peć) - "podešavanje" testanih komada pri ulasku u mašinu, (prskač hleba)- prskanje već pečenih vekni na izlasku iz tunelske peći.

Analizom rezultata iz tabele 1. uočavamo da većina operacija se ne obavlja isključivo automatski kao što je slučaj sa automatskom tunelskom peći, prskačem hleba i lamelarnim transporterom, već se obavlja kombinovano. Ovim operacijama tj. mašinama dodeljeni su stepeni automatizacije između najnižeg i najvišeg u zavisnosti od udela ručnog rada za svaku mašinu – operaciju ponaosob u svim fazama proizvodnog procesa počev od ulaza pa do izlaza na navedenoj liniji.

3. REINŽENJERING RAZMATRANE LINIJE ZA PROIZVODNJU HLEBA U FUNKCIJI POVEĆANJA AUTOMATIZACIJE

Za ostvarivanje ciljeva reinženjeringa razmatrane linije za proizvodnju hleba treba pravilno odrediti težinske koeficijente za sve uticajne elemente [4]. Nakon toga, prema ukupnim uticajnim elementima i njihovoj značajnosti, prema *ABC metodi*, odabirati (analizom vrednosti) i ugraditi elemente i komponente na sve nezadovoljavajuće procese, pa time postići poboljšanje performansi razmatrane linije.

Automatizaciju procesa izvršiti na:

- izradi zamesa sa akcentom na automatsko doziranje pomoćnog materijala soli kvasca i aditiva,
- transportu vekni u fermentacionu komoru,
- povratnom kretanju materijala i
- kontroli kod oblikovača, rol mašine i delilice.

Navedene automatizacije izvršiti sa odgovarajušim mehanizmima, upravljanjem i senzorima koji će ostarivati zahtevane rezultate.

Izvedenom automatizacijom navedenih procesa povećaće se značajno tehnološki nivoi na pojedinim mašinama, a najniži stepen tehnološkog nivoa automatizacije biće TN5.

4. ZAKLJUČAK

Ovim radom analizirana je linija za proizvodnju hleba u funkciji automatizacije, a koja je instalisana u DP "Branko Perišić" u Kruševcu. Na osnovu snimljenog stanja izvedene su karakteristike linije u pogledu automatizacije iste. Formirani model matrice za identifikaciju tehnološkog nivoa automatizacije daje konkretne smernice u cilju poboljšanja performansi linije, što se može projektovati na racionalnije iskorišćenje svakog proizvodnog procesa.

Rezultati nakon inženjeringa proizvodnih procesa su: smanjenje troškova proizvodnje, smanjenje broja neusaglašenih proizvoda, i povećanje obima proizvodnje, usled povećanja tehnoloških nivoa automatizacije mašina koje učestvuju na razmatranoj liniji.

LITERATURA

- [1.] Ćurčić S., Slavković R., Ječmenica R: Reinženjering proizvodnih sistema u industriji prerade plastičnih masa u funkciji kvaliteta proizvoda i produktivnosti, 29 Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, CD, Septembar, Beograd 2002.
- [2.] Ćurčić, S., Ječmenica, R., "Reengineering of technological systems in the function of automatization and productivity," Sbornik, Doneci, 2001. str. 243- 247.
- [3.] Tehničko – tehnološka dokumentacija D. P. " Branko Perišić" Kruševac. Kruševac, 2000.
- [4.] S. Ćurčić.: Reinženjering automatskih proizvodnih linija u industriji prerade metala u funkciji automatizacije, fleksibilnosti i kvaliteta proizvoda, Doktorska disertacija, Kragujevac, 2000.

REENGINERING OF BREAD PRODUCTION LINE IN THE FUNCTION OF UTOMATION

Summary:

Food processing has a special place in processing industriy especially when we talk about bread making.

The problem of automation of the bread production line installed in "DP Branko Perišić" , in Kruševac, was discussed in the paper. Some concrete propasals are given to improve the level of line automation.

Taking info accont the problems of the considered line, its successful operation certain modifictaions are regnired. These changes mill be enabled by the reengineering process in the function of automation, because it gives best effects in improving line characteristics.

Key words; automation, tehnological level, production line.



R. Ivanović¹, B. Kovljenić², M. Popović³

RAZVOJ INFORMACIONE PODRŠKE ZA SISTEM PRAĆENJA PROIZVODNJE⁴

Rezime

Praćenje proizvodnje u proizvodnim sistemima može biti različito, u zavisnosti od vrste proizvodnog programa. Za većinu preduzeća bez razvijenog informacionog sistema za praćenje proizvodnje, proizvodnja se prati po principu "crne kutije", na osnovu ulaza i izlaza. Uvođenjem sistematskog praćenja proizvodnje, koje obezbeđuje informacioni sistem moguće je proizvodnju učiniti potpuno transparentnom i podacima opisanom. Naime, informacioni sistem praćenja proizvodnje omogućuje ostvarivanje uvida u efektivnost procesa proizvodnje prvenstveno kroz praćenje rokova i troškova izrade. Moguće je proizvodnju pratiti i analizirati po odeljenjima, radnim nalogima, operacijama izrade, mašinama, radnicima, smenama, proizvodima i sl. U radu se daje delimičan prikaz razvijenog sistema za praćenje proizvodnje.

1. Uvod

Fabrike koje posluju u savremenim uslovima današnjice susreću se sa povećanjem konkurencije u današnjem globalnom tržištu. S obzirom na to, one moraju reagovati veoma brzo kroz proizvodnju visokokvalitetnih i jeftinih proizvoda da bi ostvarile uspeh u savremenom okruženju. Za donošenje pravih poslovnih odluka menadžeri moraju posedovati precizne i pouzdane podatke o stvarnim cenama svojih proizvoda i najuticajnijim faktorima koji utiču na ukupne troškove proizvodnje nekog proizvoda. Zbog svega navedenog, potrebno je radi ostvarivanja uvida u prave cene proizvodnje, troškove u procesu proizvodnje posmatrati po aktivnostima, odnosno po operacijama. Tu se pre svega misli na ostvarene rezultate u proizvodnji po pitanju kvaliteta, odnosno škarta i dorade i postoji više različitih modela praćenja troškova po operacijama izrade [2]. Zbog složenosti procesa proizvodnje kao i veliki broj uticajnih faktora koje treba obuhvatiti, praćenje i poređenje planiranih i ostvarenih rezultata na osnovu kojih se donose upravljačke odluke za upravljanje aktivnostima u proizvodnji u savremenim uslovima, nezamislivo je bez podrške informacionih sistema. To se prvenstveno odnosi na dinamiku i rokove izvršenja procesa proizvodnje i ostvarene troškove.

2. Model praćenja proizvodnje po operacijama izrade

Praćenje proizvodnje može biti različito zavisno od vrste proizvodnog programa. Za razvijeni sistem, usvojen je model praćenja troškova po operacijama, što podrazumeva praćenje proizvodnje kroz praćenje operacijskog mesta. Pri praćenju operacijskog mesta vrši se kontrola rada i vođenje evidencije o ostvarenom učinku overom radne liste od strane kontrolora ili ovlašćenog lica, za pojedinačana radna mesta u neposrednoj proizvodnji i montaži. Osnovni zadatak svakog operacijskog mesta je izvođenje predviđene operacije u planiranom vremenskom intervalu i formiranje odgovarajućih povratnih informacija iz kojih će se sagledati realizacija plana. S obzirom na to, pri zatvaranju radne liste za svaku radnu listu se unosi utrošeno vreme za proizvodnju i vezuje se overeni zapisnik kontrole kvaliteta. Ovakva radna lista je osnova za praćenje rokova i troškova proizvodnje prema operacijama. Za određivanje ostvarenih troškova proizvodnje potrebno je formirati plansku cenu proizvoda i pratiti je po elementima strukture troškova: troškovi materijala, troškovi direktnog rada, troškovi škarta, troškovi dorade, ostali troškovi.

Svi troškovi se dele i prate po operacijama. U tom slučaju, cena prve operacije se može izraziti kao:

$$C_{KI} = T_{dm} + T_{DR1} + T_{\dot{S}I} + T_{DI} + O_I \text{ [din]}$$

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

³ mr Mihajlo Popović, dipl. maš. inž., Mašinski fakultet Beograd, e-mail mpopovic@mas.bg.ac.yu

⁴ Rezultati u ovom radu predstavljaju deo projekta MIS.3.07.0027.A koji podržava Ministarstvo za nauku tehnologije i razvoj Republike Srbije

gde je:

- T_{dm} [din] – cena direktnog materijala,
- T_{DRI} [din] – cena direktnog rada u prvoj operaciji,
- $T_{\dot{S}I}$ [din] – škart prve operacije,
- T_{DI} [din] – cena dorade u prvoj operaciji,
- O_I [din] – ostali troškovi prve operacije,

Cena škarta i dorade u prvoj operaciji dobija se kao:

$$T_{\dot{S}I} = T_{dm} + O_I + (T_{DRI}), \quad T_{DI} = T_{DRdI} + O_{dI}$$

Gde je:

- T_{dm} [din] – cena direktnog materijala,
- T_{DRI} [din] – cena direktnog rada ukoliko radnik nije prouzrokovao škart,
- $O_{\dot{S}I}$ [din] – ostali troškovi koji se odnose na škart prve operacije.
- T_{DRI} [din] – cena direktnog rada koji se odnosi na vreme dorade,
- O_{dI} [din] – ostali troškovi koji se odnose na vreme dorade.

Cena n-te operacije izračunava se kao:

$$C_{Kn} = C_{K(n-1)} + T_{DRn} + T_{\dot{S}n} + T_{Dn} + O_n \text{ [din]}$$

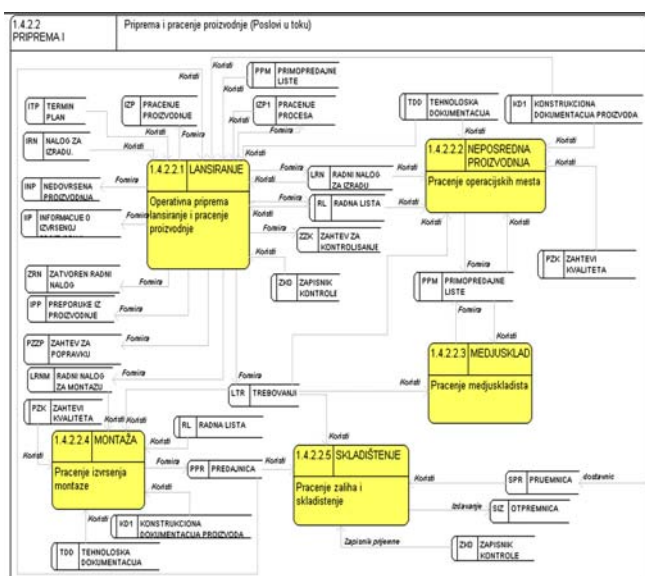
Cena škarta i dorade u n-toj operaciji dobija se kao:

$$T_{\dot{S}n} = C_{K(n-1)} + O_n + (T_{DRn}), \quad T_{Dn} = T_{DRdn} + O_{dn}$$

Potrebno je izračunati troškove za svaku operaciju, da bi se na kraju dobila stvarna cena. Cena poslednje operacije tehnološkog postupka je ustvari i proizvodna cena proizvoda. Da bi se dobila jedinična cena proizvoda, potrebno je podeliti cenu koštanja poslednje operacije sa brojem izrađenih komada u poslednjoj operaciji.

3. Projektovanje i razvoj sistema za praćenje proizvodnje

Savremeno preduzeća predstavlja složen sistem organizacije, projektovanja, planiranja i praćenja proizvodnje i kontrole kvaliteta kao i drugih funkcija. Prilikom projektovanja sistema, polazi se od toga da je proces praćenja proizvodnje sastavni deo celokupnog poslovnog procesa u preduzeću i posmatra se kao podproces koji se odvija u interakciji sa ostalim procesima [3]. Na slici 1. dat je primer dela projektne dokumentacije razvijenog sistema za praćenje proizvodnje koji predstavlja dijagram toka podataka za poslovnu funkciju *Priprema i praćenje proizvodnje*.



Slika 1. Dijagram toka podataka u okviru poslovne funkcije Priprema i praćenje proizvodnje

Br liste	Datum izd.	Br oper	Radnik	Imena	Listu Izdao	Kategorija	Norma	Vreme rada [h]
1	29/08/2002	10	BORISLAV KOVLJEVIĆ	1	GORAN SLAVKOVIĆ	Rad u normi	60	46
2	29/08/2002	10	ZIVANA JAKOVLJEVIĆ	2	GORAN SLAVKOVIĆ	Rad u normi	60	42
3	08/09/2002	10	BORISLAV KOVLJEVIĆ	1	GORAN SLAVKOVIĆ	Rad u normi	60	40
4	08/09/2002	10	ZIVANA JAKOVLJEVIĆ	2	GORAN SLAVKOVIĆ	Rad u normi	60	40
5	08/09/2002	10	RADOMIR NANOVIĆ	1	GORAN SLAVKOVIĆ	Rad u normi	60	40

Slika 2. Lansiranje i praćenje radnih naloga

4. Programska realizacija sistema

Projektovani sistem se zasniva na jedinstvenoj bazi podataka za sve korisnike informacionog sistema i podrazumeva transakcioni način rada, što znači registraciju poslovnih promena u trenutku njihovog nastanka što se ostvaruje korišćenjem radnih stanica na radnim mestima. To omogućuje direktan pristup do podataka i rad u tzv. realnom vremenu. Razvijeni sistem za praćenje proizvodnje predstavlja jedan segment celokupnog informacionog sistema ali može da funkcioniše nezavisno. Programsko rešenje je kompletno razvijeno i realizovano koristeći ORACLE razvojne alate (*Oracle9iDS Developer Suite*) što obezbeđuje veliku fleksibilnost u izboru tehničke osnove te otvorenost prema drugim sistemima, s obzirom da se radi o trenutno važećim standardima za razvoj aplikativnih sistema na Web tehnologijama [4]. Realizacija korisničkog interfejsa klijenata izvršena je u obliku Web aplikacija za čiji rad se koristi "samo" Web browser i omogućuje rad na svim tipovima hardvera.

Podsystem praćenja proizvodnje omogućuje planeru ili rukovodiocu proizvodnje adekvatno sprovođenje plana kroz detaljnu pripremu proizvodnje, izveštaje o potrebnim kapacitetima za određeni proces proizvodnje, detaljnu kontrolu nad tekućom proizvodnjom, informacije o trenutnoj ceni proizvodnje, prekoračenju cene i sl. Za podršku pripremi lansiranja radnog naloga razvijeni program omogućuje generisanje različitih izveštaja vezanih za radni nalog, kao što su potrebni alati za radni nalog ili potrebni mašinski kapaciteti za radni nalog. Dobar pregled kapaciteta i trenutnog opterećenja ključan je za uspešno planiranje. Razvijeni program poseduje mogućnost za analizu opterećenja, prikazujući dnevno opterećenje mašina na osnovnu kojih se vrši operativna priprema lansiranja radnog naloga. Kroz jednostavno označavanje i analizu radnih naloga sistem predstavlja veoma snažnu podršku za određene akcije u cilju izvršenja plana proizvodnje. Na slici 2. prikazan je deo aplikacije za podršku unosu i praćenju radnih naloga. Različiti izveštaji o radnom nalogu informišu korisnike sistema u kojoj se fazi radni nalog nalazi. Status radnog naloga govori da li je izvršavanje radnog naloga započelo, da li je radni nalog zatvoren, tj. postoje li izveštaji o utrošenim materijalima, završenim operacijama i sl. Praćenje izvršenja proizvodnje pre svega podrazumeva praćenje ispunjenja plana po pitanju rokova izrade i po pitanju ostvarenih troškova.

Informacioni sistem
PREGLED ZAVRŠENIH DELOVA
Datum: 24/07/03
Pregled urađenih delova po operacijama izrade

Broj radnog naloga: 42 Datum lansiranja: 10.03.03 Planirani datum završetka: 30.07.03
Radni nalog lansiraoc: GORAN SLAVKOVIC Radni nalog odobrio:

ID Dela: 4040 Naziv: RAZVOJENIK JM: komad Lansirana koli: 5000 Br. TP: 1

BR. OP.	Datum početka	Vreme rada [h]	Urađeno [kom]	Dorada [kom]	Škart [kom]	Datum završetka	Procenat urađenog	Procenat dorade	Procenat škarta
10	20.03.03	535	4400	185	85	30.04.03	88.00%	3.96%	1.82%
20	20.04.03	37	3000	0	20	08.08.03	60.00%	0.00%	0.66%
30	10.05.03	12	1500	0	20	20.05.03	30.00%	0.00%	1.32%
40	15.06.03	7	1000	20	20	16.06.03	20.00%	1.92%	1.92%
50	23.06.03	2	800	0	5	23.06.03	16.00%	0.00%	0.62%

Datum zatvaranja radnog naloga: Odgovorno lice:

Slika 3. Pregled rokova po operacijama

Informacioni sistem
TROŠKOVI PO RADNOM NALOGU
Datum: 24/07/03
Pregled troškova po operacijama izrade

Broj radnog naloga: 43 Datum lansiranja: 23.06.03 Planirani datum završetka: 01.07.03
Radni nalog lansiraoc: GORAN SLAVKOVIC Radni nalog odobrio:

ID Dela: 4040 Naziv: RAZVOJENIK JM: komad Lans. količina: 200 BR TP: 1

BR. OP.	U. Materijala/ pr. operacije	Troškovi rada [din]	Troškovi dorade [din]	Troškovi škarta [din]	Ostali troškovi [din]	Urađeno [kom]	Ukupni troškovi [din]	Jedinična cena [din/kom]
1	7920.00	10718.21	3006.50	2391.46	7939.33	220	31975.50	145.34
2	30522.07	2222.09	0.00	752.80	1095.66	210	34992.62	164.73
3	34592.62	1625.00	0.00	875.00	210	37092.62	176.63	
4	36739.36	976.19	23.44	368.99	625.74	205	38733.62	188.94
5	37788.90	975.61	0.00	987.41	731.71	200	40483.63	202.42

Troškovi materijala [din]	Ukupni troškovi rada [din]	Ukupni troškovi dorade [din]	Ukupni troškovi škarta [din]	Ukupni ostali troškovi [din]	Ukupno urađeno [kom]	Ukupni troškovi [din]	Jedinična cena [din/kom]
7920.00	16517.10	3029.95	4500.56	11267.44	200	40483.63	202.42

Datum zatvaranja radnog naloga: 30.06.03 Odgovorno lice: RADOMIR IVANOVIĆ

Slika 4. Pregled troškova po operacijama

Program omogućava generisanje više različitih izveštaja vezanih za rokove i ostvarene troškove u proizvodnji od kojih su najznačajniji dati na slikama 3. i 4. Planirani rokovi završetaka prate se po operacijama za koje se daje procentualno ispunjenje plana s obzirom na lansiranu količinu proizvoda kao što je prikazano na slici 3. Pored toga, daje se i veličina škarta i dorade ostvarena u procesu izrade. Na osnovu poređenja urađenog i planiranog kao i planiranog datuma završetka i tekućeg datuma moguće je donositi niz upravljačkih odluka za ispunjenje planirane dinamike proizvodnje. Na osnovu poznatih normativa rada, definisanih tehnološkim postupkom i potrebnih materijala, definisanih količinskom sastavnicom, kao i planiranih vrednosti za škart i doradu moguće je definisati plansku cenu koštanja proizvoda. Procesiranjem plana proizvodnje i radnih naloga moguća je precizna analiza podataka iz proizvodnje, praćenje odnosa planirana-ostvarena proizvodnja po pogonu, smeni, u vremenskom periodu, po kupcu itd.

Pored praćenja proizvodnje kroz praćenje operacijskog mesta program obezbeđuje i potpunu kontrolu svi materijalnih tokova u okviru preduzeća. Podržava potrebe serijske proizvodnje za raspoređivanjem

materijala i kontrolu sa minimumom toka papira. Prati materijal koji se transportuje između proizvodnih lokacija obuhvatajući i predaju gotovih delova/proizvoda u skladište. Prati se stanje materijala po organizacionim jedinicama na osnovu ulaza i izlaza u organizacionu jedinicu. Svaka promena lokacije predmeta izvan organizacione jedinice evidentira se preko primopredajne liste. Da bi se smanjio broj dokumenata koji cirkulišu u proizvodnji formira se jedan dokument koji istovremeno predstavlja otpremnicu iz jedne radne jedinice i zaduženje u drugoj radnoj jedinici. Izdavanje materijala za potrebe proizvodnje vrši se prema zahtevima koja se izdaju za radni nalog. Program omogućuje evidenciju izdatog i vraćenog materijala, kroz aplikaciju prikazanu na slici 2. i koja obuhvata zahteva i primopredajne liste. Prilikom lansiranja radnih naloga moguće je automatsko generisanje zahteva potrebnih materijala i komponenti na osnovu modularne sastavnice proizvoda, lansirane količine i stanja na zalihama. Ovim modulom je moguće proveriti dostupnost komponente, izračunati odstupanje iskorišćenog materijala kao i niz drugih izveštaja po nalogu ili delu/proizvodu. U toku procesa praćenja proizvodnje generišu se više različitih izveštaja koji obuhvataju izveštaje o izvršenoj proizvodnji, ostvarenim troškovima, veličini nedovršene proizvodnje i sl. Pored toga, razvijeni softver obuhvata dokumentaciju koja se koristi u procesu proizvodnje kao što su: radne liste, zahteva, predajnice i dr.

5. Zaključak

Razvijenim aplikacijama za praćenje proizvodnje moguće je ostvariti potpuno kontrolu nad proizvodnim procesom što će obezbediti ubrzanje protoka radnih naloga, skraćivanje ciklusa izrade, kontrolu kvaliteta u toku procesa izrade i kontrolu svih materijalnih tokova u preduzeću. Razvijeni model za praćenje troškova treba da omogući poboljšanje kontrole troškova na nivou operacija tehnološkog postupka, kao i precizne i pouzdane podatke o stvarnim cenama proizvoda i najuticajnijim faktorima koji utiču na ukupne troškove proizvodnje nekog proizvoda, što je od presudnog značaja za donošenje pravih poslovnih odluka. Ovakav način omogućuje realniju procenu proizvodne cene koštanja proizvoda, kao i proračun troškova koji se prvenstveno odnose na škart i doradu. Razvijeni model je moguće koristiti i za proračun stvarne cene koštanja proizvoda za proizvodne programe sa manjim asortimanom i sličnim proizvodima tako da se svi ostali troškovi koji se ne odnose na direktne troškove u proizvodnji izraze u odnosu na jedinicu vremena rada mašine ili jedinicu proizvoda. Kako savremenu proizvodnju karakterišu veoma složeni uslovi sa stanovišta obuhvatanja i razvrstavanja ovih ostalih troškova, posebno kad su ostali troškovi izuzetno značajniji u odnosu na ukupne troškove, uvode se nove metode proračuna troškova kao što je podela troškova prema aktivnostima (*Activity Based Costing ABC [1]*). Kod ove metode troškovi se računaju pojedinačno po aktivnostima, kao što su projektovanje, proizvodnja, prodaja, distribucija itd. U tom slučaju usvojeni model proračuna troškova bi se odnosio na troškove proizvodnje.

LITERATURA

- [1] Gary Cokins, *Activity-Based Cost Management: An Executive's Guide*, ISBN: 0-471-44328-X, September 2001.
- [2] Gerald I Nass, *Flow Cost Accounting*, SAP dokumentacija, http://www.eco-effizienz.de/eco/download/d_news_download_konferenz01_Nass.pdf
- [3] Ivanović R., *Mogućnosti razvoja višeslojne strukture informacionog sistema za planiranje i upravljanje proizvodnjom*, Magistarska teza, Beograd 2003.
- [4] Oracle dokumentacija, *Oracle Work in Process*, User's Guide, Release 11i, Volume 1, February 2002.

THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SUPPORT FOR PRODUCTION ACTIVITY CONTROL

Depending on product range, there are different types of production activity control in production systems. For the most of enterprises, which do not have developed information systems for production activity control, the production is controlled using "black box" principle based on input and output. Introducing the systematic production activity control, which is provided by information system, it is possible to make production completely transparent and described by data. Information system for production activity control enables access to the efficiency of the production process mainly through deadlines and manufacturing costs tracking. It is possible to control and analyze production through departments, manufacturing operations, machines, workers, shifts, products etc. This paper gives a review of the developed production activity control system.



Ž. Jakovljević, P. B. Petrović¹

PRIMENA VEJVLET TRANSFORMACIJE U DETEKCIJI DISKONTINUITETA U SIGNALU²

Rezime

Signali (vremenske serije) često imaju diskontinuitete ili prelome koji mogu biti u obliku skokova, oštarih-naglih promena i sl. Primenom uobičajene tehnike za obradu signala - Furijeove transformacije kojom se signal razlaže na glatke i beskonačno definisane sinusne funkcije ovakve pojave nije moguće uočiti. S druge strane, primenom vejvlet transformacije (WT), signal se razlaže na vejvlete, elementarne talasne forme, koji mogu biti različitih oblika. Oni mogu biti definisani na konačnom intervalu što WT daje dobra svojstva vremenske lokalizacije. Pored toga, vejvleti mogu biti nesimetričnih oblika što ih čini pogodnim za detekciju naglih promena u signalu. U radu je dat prikaz osnovnih osobina vejvlet transformacije a neke od njih su ilustrovane kroz primer detekcije trenutka prekida rezanja koji može poslužiti za modeliranje procesa loma alata pri struganju

1. UVOD

Tehnike obrade signala zajedno sa mernim tehnikama imaju izuzetno značajno mesto u upravljanju sistemima. Njihova uloga je obezbeđivanje neophodnih informacija o sistemu ili nekom njegovom delu čime se dalje omogućuje formiranje povratne sprege kao osnovnog regulatornog mehanizma sistema (automatskog) upravljanja.

Jedna od najstarijih tehnika obrade signala je Furijeova transformacija (FT) zasnovana na Furijeovom redu koji je otkriven početkom devetnaestog veka. Kroz svoje derivative – diskretnu, brzu i kratkotrajnu Furijeovu transformaciju ona je još uvek najzastupljenija tehnika u analizi vremenskih serija.

Furijeovom transformacijom signal se prikazuje u obliku superpozicije osnovnih harmonijskih funkcija kao elementarnih gradivnih blokova. Kako su ove funkcije beskonačno definisane u vremenu, mala promena signala u vremenskom domenu dovešće do promene duž čitavog frekventnog domena i obrnuto. Dakle, korišćenjem FT može se dobiti informacija o frekvencama koje se u signalu javljaju, ali ne i informacija o trenucima njihove pojave tj. FT ima samo frekventnu, ali ne i vremensku rezoluciju što predstavlja njen osnovni nedostatak. Kao takva, ona se može primeniti u analizi stacionarnih signala konačnog trajanja tako što se vrši njihovo beskonačno periodično proširenje. Međutim, signali su često beskonačno dugački ili nestacionarni - njihove spektralne komponente menjaju neke od svojih karakteristika - frekvencu, amplitudu, fazu u vremenu.

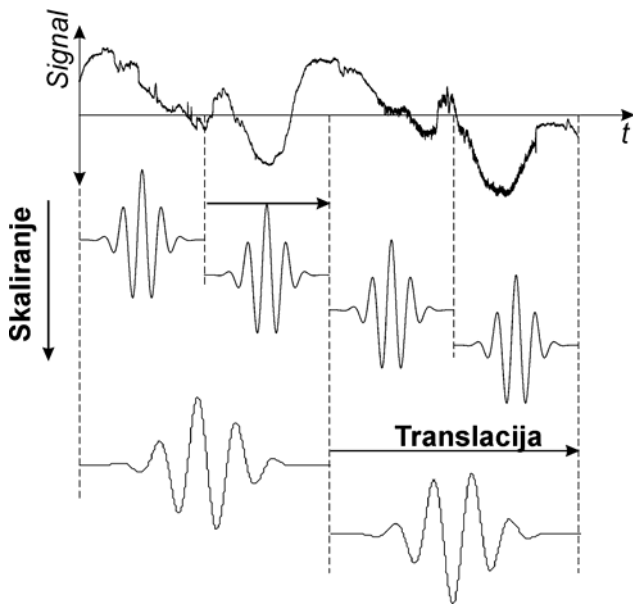
Kratkotrajna Furijeova transformacija (Short Time Fourier Transform - STFT) unekoliko rešava navedeni problem. Naime kod STFT signal se prvo množi prozorskom funkcijom i tako se "odseče" njegov deo, a zatim se vrši Furijeova transformacija tako dobijenog – vremenski lokalizovanog signala. Prozorska funkcija se pri tom pomera duž vremenske ose. Na taj način se signal vremenski lokalizuje i dobija se njegov prikaz u vreme – frekvencu ravni. Pri tom je od izuzetnog značaja izbor prozorske funkcije tj. njen oblik i dužina trajanja. Ukoliko se odabere velika dužina trajanja prozorske funkcije, izgubiće se vremenska lokalizacija signala, a ukoliko se odabere prozorska funkcija male dužine, izgubiće se informacije o frekvencama trenda signala (niskofrekventne komponente).

Tehnika koja pruža mogućnost za prevazilaženje problema vremenske lokalizacije signala je vejvlet transformacija (Wavelet Transform – WT). To je nova tehnika – naziv wavelet (talasić) je 1983. uspostavio J. Morlet pri analizi seizmičkih podataka, kada je zajedno sa A. Grossman uspostavio i osnove WT. I vejvlet transformacijom signal se razlaže na elementarne gradivne blokove, ali u ovom slučaju vejvlete. Vejvleti su

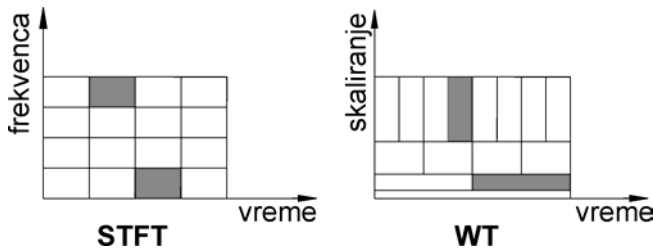
¹ Živana Jakovljević, dipl.ing.maš. Mašinski fakultet u Beogradu, e-mail: zjakovljevic@mas.bg.ac.yu

Prof. dr Petar B. Petrović, dipl.ing.maš. Mašinski fakultet u Beogradu, e-mail: pbpetrovic@mas.bg.ac.yu

² Rad je rezultat istraživanja u okviru projekta MIS.3.02.0192.B koje finansira MNZZS Srbije



Slika 1.1. Proces skaliranja i translacije pri WT



Slika 1.2. Prikaz signala pomoću STFT i WT

niske frekvence (faktora skaliranja) velikim koracima. Dakle, DWT daje veću vremensku rezoluciju za komponente visokih frekvenci (faktora skaliranja), a veću rezoluciju skaliranja (frekvence) za komponente niskih frekvenci tako da se kompromis između vremenske i frekventne lokalizacije prisutan kod STFT ovde ne javlja (slika 1.2.) Očigledno je da STFT ima uniformnu a WT neuniformnu diskretizaciju vreme-frekvenca ravni [1].

2. VEJVLET TRANSFORMACIJA

Analogno FT, WT kao razlaganje signala na vejevlete matematički se prikazuje na sledeći način:

$$T_f = |a|^{-1/2} \int f(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt \quad (1)$$

gde je $f(t)$ signal koji se analizira, ψ je majka vejevlet, a je parametar dilatacije, a b translacije majka vejevleta, dok nadvučena crta predstavlja operator kompleksno konjugovane vrednosti.

Ukoliko se parametri a i b diskretizuju, iz relacije (1) se dobija izraz za DWT. Prirodan izbor za diskretizaciju parametra a je $a = a_0^m$, gde $m \in \mathbb{Z}$, a $a_0 \neq 1$ (pri tom se još uzima da je $a_0 > 1$). Parametar translacije b se, s druge strane, diskretizuje na taj način da familija funkcija $\psi(t - nb_0)$ pokrije čitav vremenski interval analiziranog signala. Pogodno je odabrati b tako da je $b = nb_0 a_0^m$, što znači da se uski vejevleti visokih frekvenci transliraju kratkim, a široki vejevleti niskih frekvenci dugim koracima (slika 1.1. i 1.2.). Dakle, DWT se može matematički opisati kao:

$$T_{m,n} = \int f(t) a_0^{-m/2} \psi\left(a_0^{-m/2} t - nb_0\right) dt \quad (2)$$

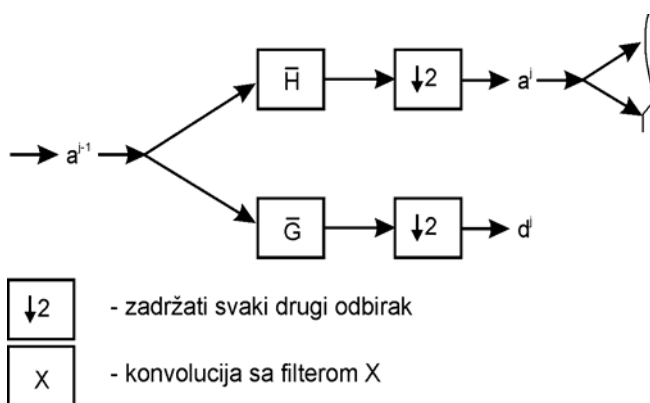
Pokazuje se [3] da da bi prikaz funkcije kao superpozicije vejevleta kao elementarnih gradivnih blokova bio jedinstven, neophodno je da familija vejevleta $\psi_{m,n} = \psi(a_0^{-m/2} t - nb_0)$ čini ortonormalni vejevlet bazis. Multirezolucijska analiza [5] koja je proistekla iz istraživanja u oblasti analize slike, daje pogodan način za formiranje ortonormalnih vejevlet bazisa kao i brze algoritme za izvođenje direktne i inverzne DWT.

funkcije koje se dobijaju skaliranjem i transliranjem duž vremenske ose jedne te iste funkcije – majka vejevleta (slika 1.1.).

Za razliku od sinusnih i kosinusnih funkcija, majka vejevleti mogu biti različitih oblika. Oni mogu biti definisani na konačnom vremenskom intervalu što omogućuje dobru vremensku lokalizaciju signala. Pored toga, mogu biti nesimetričnih, nepravilnih oblika što ih čini pogodnim za analizu signala sa oštrim promenama (za razliku od glatkih osnovnih trigonometrijskih funkcija).

Generalno, postoje dve vrste vejevlet transformacije - kontinualna (Continuous Wavelet Transform - CWT) i diskretna (Discrete Wavelet Transform - DWT). Kod CWT vejevlet se translira kontinualno duž vremenske ose i skalira postepeno od minimalne do maksimalne definisane vrednosti. S druge strane, kod DWT skaliranje se uvek vrši sa određenim faktorom (svaki sledeći elementarni gradivni blok je određen (isti) broj puta skaliran u odnosu na prethodni), a translacija za definisan diskretni korak koji zavisi od faktora skaliranja. Naravno, CWT ima finiju rezoluciju, ali su algoritmi za njeno izvođenje znatno sporiji od algoritama za DWT.

Procesima skaliranja i transliranja vejevlet transformacija daje prezentaciju u vreme - skaliranje, za razliku od STFT koja je daje u vreme - frekvencia ravni. Kratkotrajni vejevleti visoke frekvence u DWT se transliraju malim, a dugotrajni



Slika 2.1. Šema filtriranja

skaliranja. Koeficijenti a_n^j i d_n^j se dobijaju takozvanom šemom filtriranja koja je prikazana na slici 2.1. Pri tom se vrednosti filtera H i G dobijaju na osnovu vejevleta ψ i odgovarajuće funkcije skaliranja ϕ .

Bez ulaženja u kompleksna izvođenja MRA [5] 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 $J - A_j f$ i detalja $- D_j f$, $j \in [1, J]$ koji su signalu oduzeti pri prelaski sa sa viših na niže rezolucije, tj:

$$f = A_J f + \sum_{j=1}^J D_j f = \sum_n a_n^J \phi_{J,n} + \sum_{j=1}^J \sum_n d_n^j f \psi_{j,n} \quad (3)$$

gde su a_n^j koeficijenti aproksimacije, a d_n^j koeficijenti detalja, $\{\psi_{j,n}, n \in \mathbb{Z}\}$ su familije ortonormalnih vejevlet bazisa, a $\{\phi_{j,n}, n \in \mathbb{Z}\}$ familije odgovarajućih ortonormalnih bazisa funkcija

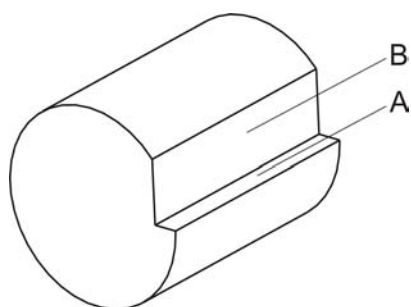
3. DETEKCIJA DISKONTINUITETA U SIGNALU POMOĆU DWT NA PRIMERU PREKIDNOG STRUGANJA



Slika 3.1. Izvođenje eksperimenta

Kao primer identifikacije diskontinuiteta u signalu u ovom radu se razmatra identifikacija trenutka prestanka i ponovnog početka rezanja pri prekidnom struganju na osnovu signala dobijenog snimanjem akustičke emisije pri procesu obrade [4]. Prekidno rezanje je visoko dinamičan proces koji se, pored pratećih visokofrekventnih komponenta odziva obradnog sistema, preslikava u nagle promene u snimljenom signalu. Imajući u vidu da se, poput prekidnog rezanja, lom alata u dobijenom signalu preslikava u izuzetno kratkotrajne i skokovite promene, on se prekidnim rezanjem može modelirati.

Snimanje akustičke emisije u zoni obrade je izvršeno pomoću opreme prikazane na slici 3.1. Instrument za merenje akustičke



Slika 3.2. Pripremak

emisije – kapacitivni mikrofoni, smešten je u noseću strukturu, dok je za A/D konverziju mernog signala korišćena PCI zvučna kartica.

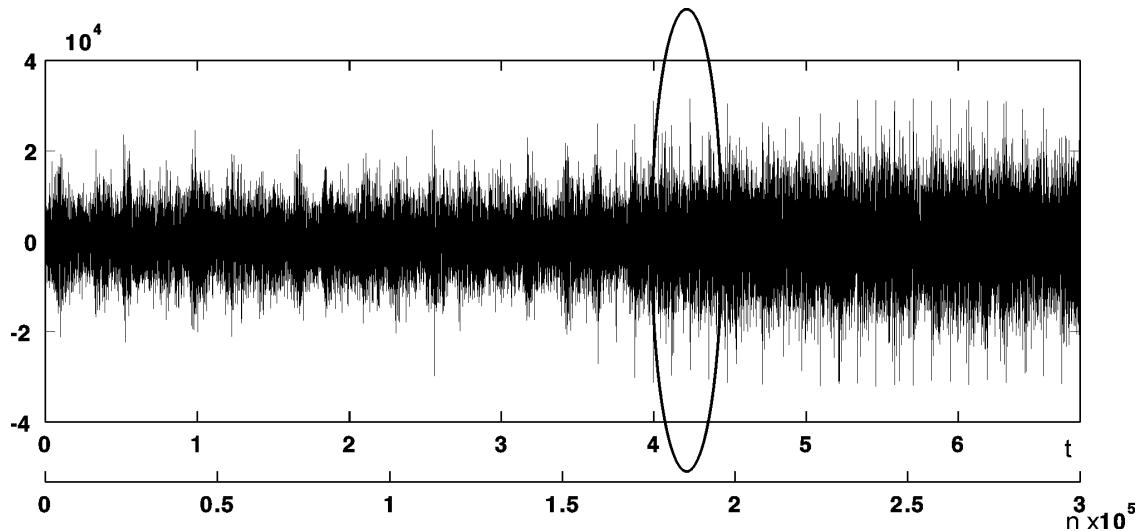
Tokom eksperimenta vršena je obrada dela čija je skica data na slici 3.2. U toku prekidnog rezanja javljaju se nagle promene u signalu. U trenutku izlaska alata iz procesa rezanja (površina A) dolazi do pada zvučne emisije usled procesa obrade, da bi se u trenutku ponovnog ulaska u proces (površina B) ona intenzivirala.

Dobijeni signal je prikazan na slici 3.3. Frekvencija odabiranja signala je 44100 Hz, dok je broj obrtaja pri rezanju 475 o/min. U prvom delu signala (prvih 3,8 sekundi), snimanje je vršeno bez procesa obrade. Snimljena akustička emisija potiče od rada

mašine «na prazno» i preostalih zvukova u okruženju. Analizom datog signala pomoću DWT moguće je izvršiti detekciju trenutka izlaska i ponovnog ulaska alata u proces rezanja.

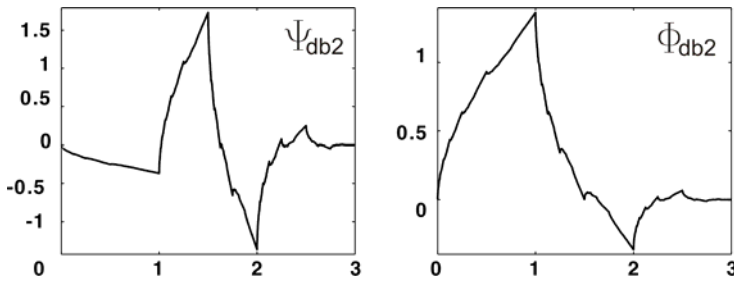
Kao što je rečeno, vejevleti mogu biti različitih oblika. Oni se u zavisnosti od svojih karakteristika svrstavaju u grupe među kojima su najpoznatiji Daubechies vejevleti [3], Coiflets [2], biortogonalni vejevleti [2] itd. Dakle, pre izvođenja DWT neophodno je izvršiti izbor vejevleta pomoću koga će se transformacija izvršiti.

DWT signala datog na slici je izvedena pomoću vejevleta db2 koji predstavlja drugi u nizu Daubechies vejevleta. Daubechies vejevleti (dbN) su pogodni za detekciju i vremensku lokalizaciju diskontinuiteta u signalu jer su izrazito nesimetrični, a ujedno su i definisani na konačnom vremenskom



Slika 3.3. Signal dobijen akvizicijom akustičke emisije

intervalu. Primenom Daubechies vejevleta malih dužina (što je N manje vejevlet je kraći), moguće je brzo identifikovati oštar diskontinuitet signala, dok se za uočavanje diskontinuiteta signala koji nisu nagli koriste duži vejevleti [2].



Slika 3.4. db2 vejevlet ψ i funkcija skaliranja ϕ

Db2 vejevlet i funkcija skaliranja su prikazani na slici 3.4. Kao ni ostale Daubechies vejevlete ni db2 nije moguće opisati u zatvorenoj algebarskoj formi [2]. On se definiše preko odgovarajućeg niskofrekventnog (H) i visokofrekventnog filtra (G) – slika 2.1. Impulsni odzivi filtera H i G su dati pomoću odgovarajućih koeficijenata h_n i g_n između kojih važi relacija

$$g_n = (-1)^n h_{-n+1} \quad (4)$$

Vrednosti h_n i g_n za db2 su dati na slici 3.5.

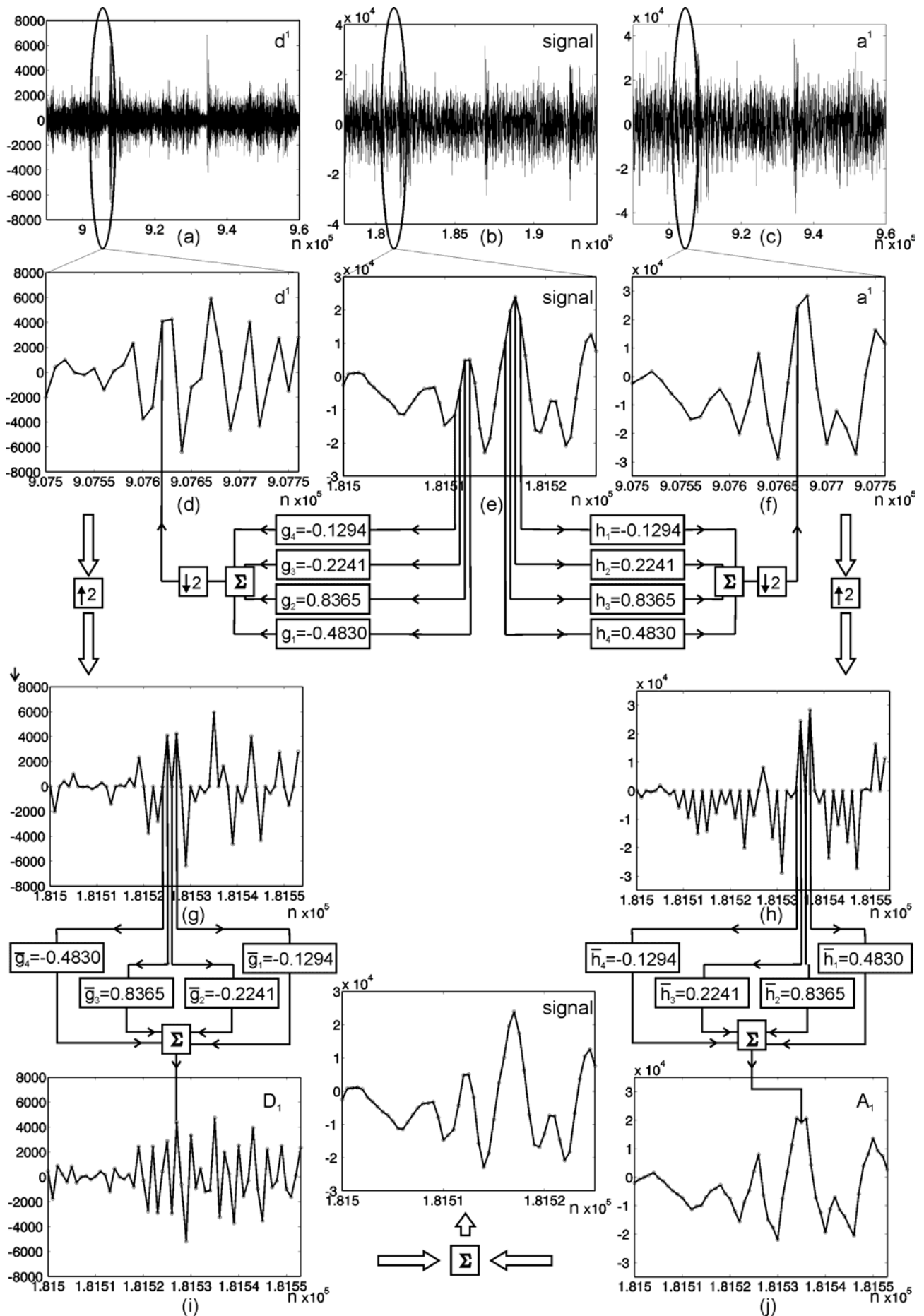
Na slici 3.5. b je dat uveličan deo signala unutar jednog perioda prekida rezanja, a slike 3.5. a i 3.5. c predstavljaju koeficijente detalja d^1 i koeficijente aproksimacije a^1 datog dela signala, respektivno. Koeficijenti detalja d^1 se izračunavaju konvolucijom ulaznog signala sa filtrom G (slika 3.5. d), a zatim uzimanjem svakog drugog odbirka. Koeficijenti aproksimacije a^1 se dobijaju analogno, samo korišćenjem filtera H .

Inverznom DWT se na osnovu koeficijenata detalja d^1 dobijaju detalji D_1 (relacija (3)) – slika 3.5. i, odnosno na osnovu a^1 se dobijaju aproksimacije A_1 - slika 3.5. j. Kod inverzne DWT se prvo koeficijentima detalja d^1 dodaje nula posle svakog odbirka – slika 3.5. g, a zatim se konvolucijom sa filtrom za rekonstrukciju signala \overline{H} dobijaju detalji D_1 . Postupak za rekonstrukciju A_1 iz a^1 je analogan. Parovi filtera H i \overline{H} i G i \overline{G} su međusobno simetrični [3].

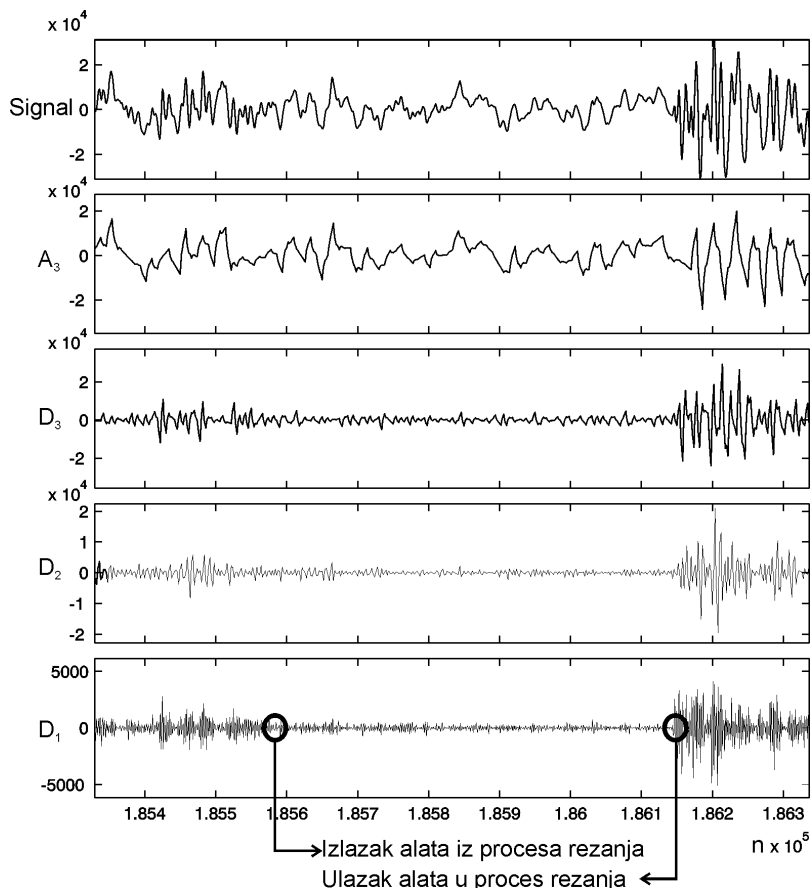
Ukoliko se procedura ponovi više puta (J), dobiće se dalja dekompozicija signala (relacija 3). Pri tom koeficijenti detalja na određenom nivou transformacije predstavljaju stepen sličnosti signala sa vejevletom čiji koeficijent dilatacije u odnosu na majka vejevlet zavisi od nivoa transformacije. Na slici 3.6. je dat prikaz dekompozicije dela signala sa slike 3.5. vejevletom db2 na 3 nivoa.

Očigledno je da u trenutku prekida rezanja dolazi do naglog pada, a u trenutku njegovog ponovnog uspostavljanja naglog porasta detalja na sva tri nivoa dekompozicije. Detektovanje ovih trenutaka pomoću vejevlet koeficijenata (na primer matematičkim prepoznavanjem oblika) je neuporedivo lakše i robusnije u odnosu na njihovu detekciju iz originalnog signala.

Pored toga, broj koeficijenata h_n i g_n za db2 je 4 (generalno, njihov broj za dbN vejevlete je $2N$), pa je za izračunavanje jednog koeficijenta detalja (ili aproksimacije) korišćenjem opisanog algoritma za DWT sa db2 potreban bafer od 4 odbirka iz originalnog signala (za dbN ovaj broj je $2N$). Izuzetno mali bafer odbiraka, potrebnih za izvođenje, DWT čini pogodnom za primene u realnom vremenu, što predstavlja dodatnu prednost DWT u odnosu na STFT.



Slika 3.5. DWT dobijenog signala primenom db2 vejvleta



Slika 3.6. DWT dekompozicija signala primenom db2 vejvleta

kojima je zasnovana, DWT je našla primenu u raznim oblastima obrade signala među kojima su uklanjanje šuma, kompresija signala, određivanje trenda signala, detekcija sličnosti signala samom sebi itd.

5. LITERATURA

- [1] Battle, G., Phase space localization theorem for ondelettes, Journal of Mathematical Physics, Vol.30,pp.2195-2196,October 1989.
- [2] Daubechies, I., Ten Lectures on Wavelets, CBMS-NSF regional conference series in applied mathematics, 61, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, Pennsylvania, 1992.
- [3] 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
- [4] Jakovljević, Ž., Primena vejvlet transformacije u prepoznavanju nestacionarnih fenomena u oblasti proizvodnih tehnologija, magistarski rad u pripremi, Mašinski fakultet, Beograd
- [5] 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.

APPLICATION OF WAVELET TRANSFORM IN SIGNAL DISCONTINUITIES DETECTION

Summary

Signals (time series) often have discontinuities or breakdown points, which can have shape of jump or abrupt, sharp changes. Using commonly used technique for signal processing – Fourier transform which decomposes signal into smooth infinitely supported sine functions, these phenomena cannot be easily identified. On the other hand, using wavelet transform (WT) signal is decomposed into wavelets, elementary waveforms, which can have different shapes. They can be compactly supported, which gives good time localization properties to WT. Besides, wavelets can have irregular, asymmetric shapes, which make them suitable for sharp changes detection. This paper gives a presentation of basic WT properties, and some of them are illustrated using an example of detection of the exact instant of cutting breakdown, which can be used as a model of tool failure in turning.

4. ZAKLJUČAK

Kao što je rečeno, proces prekidnog rezanja se može koristiti kao model loma alata. Zahvaljujući svojoj osetljivosti na nagle promene u signalu i malom baferu odbiraka potrebnom za izvođenje, diskretna vejvlet transformacija (pomoću Daubechies vejvleta malih dužina) signala dobijenog snimanjem nekog od fenomena koje prate proces rezanja predstavlja pogodnu osnovu za formiranje algoritma za detekciju stanja alata u toku obradnog procesa u realnom vremenu. Fenomeni koji se pri tom prate mogu biti akustička emisija, otpor rezanja, vibracije, struja u motoru... Algoritam za detekcija trenutka nagle promene može biti zasnovan na matematičkom prepoznavanju oblika.

U ovom radu je data samo jedna od mogućih primena vejvlet transformacije. Zahvaljujući svojim osobinama dobre lokalizacije signala u vreme – skaliranje (frekvencija) ravni i različitosti oblika majka vejvleta na



V. Komadinić¹, V. Vukićević²

ANALIZA SOFTVERSKIH PROIZVODA ZA UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM TEHNIČKIH SISTEMA

Rezime

Cilj rada je analiza softverskih rešenja za upravljanje održavanjem tehničkih sistema u industrijskom preduzeću. Biće ukratko prikazana struktura softvera sa stanovišta funkcija, osnovne karakteristike softvera i analiza mogućnosti primene u našem industrijskom okruženju.

1. UVOD

Budući da je naša industrijska proizvodnja u stagnaciji, a proizvodnja u metaloprerađivačkom kompleksu gotovo u kolapsu, možda je malo i neukusno pričati o održavanju tehničkih sistema kao pratećoj delatnosti osnovne delatnosti – proizvodnje. Cela priča je još apsurdnija ako se govori o primeni računara u funkciji održavanja, odnosno o softverskim rešenjima kao alatom za upravljanje procesom održavanja. No uprkos svemu, napravićemo analizu nekih softverskih rešenja raspoloživih na svetskom tržištu, makar ona poslužila kao pravac u kom treba razmišljati, u slučaju da naši stručnjaci iz oblasti održavanja imaju nameru da razvijaju vlastita softverska rešenja. Treba napomenuti da kod nas postoje i uspešna preduzeća, naročito u procesnoj industriji i u proizvodnji električne energije, te u tom slučaju analiza može poslužiti kao pomoć u odlučivanju za eventualnu kupovinu i implementaciju softverskog rešenja u vlastitom okruženju.

2. STRUKTURA SOFTVERSKIH REŠENJA

U tekstu koji sledi navešće se struktura, odnosno osnovni moduli nekih softverskih proizvoda za održavanje tehničkih sistema koji su raspoloživi na svetskom tržištu. Zajednička osobina navedenih softverskih proizvoda je, da su to sveobuhvatni sistemi za upravljanje održavanjem podržano računarom, odnosno CMMS (Computerized Maintenance Management System) sistemi. Preglednosti radi, struktura tih sistema biće prikazana tabelarno (Tabela 1.).

Tabela 1.

Plant Maintenance (SAP R/3):	Maintenance Management System (MAPICS/XA):
<ul style="list-style-type: none">• struktura opreme• zahtevi za održavanje• nalozi za održavanje• upravljanje resursima• planiranje održavanja• istorija održavanja• statistike i analize.	<ul style="list-style-type: none">• upravljanje objektima održavanja,• upravljanje zalihama rezervnih delova,• terminiranje i lansiranje naloga za održavanje,• upravljanje nalogima za održavanje,• preventivno održavanje,• prikaz objekata održavanja,• statistike i izveštavanje

¹ Mr Velimir Komadinić, dipl.inž.maš., LOLA Institut, Kneza Višeslava 70a, Beograd

² Vladimir Vukićević, dipl.inž.maš., LOLA Institut, Kneza Višeslava 70a, Beograd

Rad je nastao kao deo projekta broj ETR.6.03.0126B finansiranog od strane MNT-a Republike Srbije

Tabela 1. - nastavak

<p>Upravljanje održavanjem (MOZAIKUS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • tehnička dokumentacija (oprema), • upravljanje radnim nalogima, • priprema održavanja, • rezervni delovi, • nadzor opreme. 	<p>Ivara. EAM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • struktura opreme i vizuelna prezentacija, • praćenje radnog naloga, • zalihe, • upravljanje nabavkom, • upravljanje personalom, • izveštaji.
<p>MPulse Maintenance Software:</p> <ul style="list-style-type: none"> • upravljanje radnim nalogima, • preventivno održavanje, • upravljanje zalihama, • istorija poslova, • izveštaji i analize 	<p>PROMM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • preventivno održavanje, • otvoreni nalozi održavanja, • zatvoreni nalozi održavanja, • zalihe rezervnih delova, • nabavka, • oprema i istorija opreme
<p>SOMAX Maintenance Management Information System:</p> <ul style="list-style-type: none"> • upravljanje zahtevima i nalogima za održavanje, • upravljanje poslovima u toku, • oprema i istorija opreme, • planiranje i terminiranje, • zalihe rezervnih delova, • dobavljači, • personal, • nalozi nabavke, • upravljanje resursima, • upravljanje budžetom održavanja, • izveštaji i analize. 	<p>Maintenance Master:</p> <ul style="list-style-type: none"> • upravljanje opremom, • izveštavanje • upravljanje radnim nalogima, • preventivno održavanje, • korektivno održavanje, • nabavka i zalihe, • istorija opreme, • upravljanje budžetom održavanja. • izveštavanje
<p>Atlas 2000:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oprema, • radni nalozi, • zaposleni (personal), • prediktivno održavanje, • zalihe i nabavka, • izveštavanje i analize. 	<p>COGZ maintenance Management System:</p> <ul style="list-style-type: none"> • upravljanje opremom, • upravljanje radnim nalogima, • preventivno održavanje, • korektivno održavanje, • upravljanje zalihama, • nabavka, • upravljanje projektom.
<p>MicroMain XM:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oprema, • planiranje i terminiranje, • radni nalozi, • zalihe, • personal, • nabavka, • istorija, • izveštavanje. 	<p>QBICFlex:</p> <ul style="list-style-type: none"> • upravljanje opremom, • upravljanje radnim nalogom, • zalihe rezervnih delova, • nabavka, • obračun troškova, • izveštavanje, • osnovni indikatori održavanja

Tabela 1. - nastavak

<p>MAXIMO 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> • upravljanje opremom, • upravljanje poslovima, • upravljanje materijalima, • nabavka. 	<p>FaciliWorks Maintenance Management Software:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oprema i struktura opreme, • upravljanje radnim nalogima, • zalihe rezervnih delova, • istorija opreme i izveštavanje, • ključni indikatori performansi održavanja (MTBF, MTTR)
---	--

3. ANALIZA

Uočljivo je da sva softverska rešenja imaju modul koji se odnosi na opremu (uređaj, postrojenje), s tim što taj funkcionalni modul ima različite nazive kao: struktura opreme (SAP R/3), upravljanje objektima održavanja (MAPICS/XA), oprema i istorija opreme (PROMM, SOMAX), oprema (Atlas 2000, MicroMain XM), upravljanje opremom (MAXIMO 5, COGZ, QBICFlex, Maintenance Master), oprema i struktura oprema (FaciliWorks). Gotovo sva rešenja imaju modul koji se odnosi na upravljanje nalogom održavanja. Nazivi za taj modul su: nalozi za održavanje (SAP R/3), upravljanje poslovima održavanja (MAPICS/XA), upravljanje radnim nalogima (Maintenance Master, FaciliWorks, QBICFlex, COGZ, MPulse, MOZAIKUS), otvoreni i zatvoreni radni nalozi (PROMM), upravljanje poslovima u toku (SOMAX), praćenje radnog naloga (Ivara.EAM), radni nalozi (MicroMain XM, Atlas 2000), upravljanje poslovima (Maximo 5). Takođe, gotovo sva softverska rešenja imaju modul koji se odnosi na rezervne delove i zalihe rezervnih delova. Taj modul ima sledeće nazive: upravljanje zalihama (MAPICS/XA, COGZ, MPulse), zalihe rezervnih delova (PROMM, SOMAX, FaciliWorks, QBICFlex), zalihe (Ivara.EAM, MicroMain XM), nabavka i zalihe (Maintenance Master, Atlas 2000), upravljanje materijalima (MAXIMO 5). Sva softverska rešenja imaju modul koji se odnosi na istoriju opreme i obradu statističkih podataka. Tako taj modul ima sledeće nazive: statistike i analize (SAP R/3), statistike i izveštavanje (MAPICS/XA), izveštaji i analize (MPulse, SOMAX, Atlas 2000), izveštavanje (MicroMain XM, QBICFlex, Ivara.EAM), istorija opreme i izveštavanje (FaciliWorks). Samo dva rešenja, SOMAX i Maintenance Master, imaju eksplicitno definisane module koji se odnose na upravljanje budžetom održavanja. To naravno ne znači da ostali softveri ne obuhvataju funkciju planiranja i obračuna trokova održavanja, već je ona uključena u ostale module softverskih rešenja. Može se uočiti da pojedina rešenja u sebi sadrže module upravljanje zalihama i nabavku. To može da znači ili separatno uvođenje sistema za upravljanje održavanjem (ne u sklopu ukupnog sistema za upravljanje poslovanjem industrijskog preduzeća), što nije dobro, ili je karakter preduzeća takav da se održavanje opreme može smatrati primarnom delatnošću (energane, toplane, distributivni sistemi,...).

Imajući u vidu vlastito iskustvo u projektovanju i uvođenju sistema za upravljanje održavanjem i svetska iskustva, koja su, u krajnjoj liniji, predstavljena kroz strukturu navedenih softverskih rešenja, svi poslovi održavanja tehničkih sistema se mogu grupisati u sledeće celine:

- oprema (tehničko-tehnološke karakteristike i struktura opreme sa stanovišta održavanja, odnosno sastavnica održavanja),
- tehnologija (tehnologija preventivnog održavanja i tehnologija izrade rezervnih delova u radionici održavanja),
- upravljanje nalogima (nalozi za preventivno i korektivno održavanje i nalozi za izradu rezervnih delova, terminiranje, obračun troškova),
- rezervni delovi (karakteristike, nabavka, zalihe)
- istorijat opreme (statistike, analize, izveštaji, karakteristike kvaliteta procesa održavanja),
- upravljanje budžetom održavanja.

Ako se svi poslovi u funkciji održavanja grupišu u napred navedene celine, onda je zanimljivo pogledati u kojoj meri su one pokrivenе prikazanim softverskim rešenjima (Tabela 1.), kao osnovnim upravljačkim alatom. Pokrivenost osnovnih poslova u funkciji održavanja tehničkih sistema raspoloživim softverskim rešenjima je prikazana u sledećoj tabeli (Tabela 2.)

Tabela 2.

Softverska rešenja	Funkcionalne celine održavanja					
	Oprema	Tehnologija	Upravljanje nalogima	Rez. delovi	Istorijat opreme	Upravljanje Budžetom
SAP R/3	X	X	X		X	X
MAPICS/XA	X		X	X	X	
MOZAIKUS	X	X	X	X		
Ivara.EAM	X		X	X	X	
MPulse		X	X	X	X	
PROMM	X	X	X	X	X	
SOMAX	X		X	X	X	X
Maint.Master	X		X		X	X
Atlas 2000	X		X	X	X	
COGZ	X	X	X	X	X	
MocroMain XM	X	X	X	X	X	
QBICFlex	X		X	X	X	
MAXIMO 5	X	X	X	X		
FaciliWorks	X		X	X	X	

4. ZAKLJUČAK

Ako se funkcija održavanja u industrijskom preduzeću posmatra kao značajna poslovna funkcija, onda je veoma bitno koje će se softversko rešenje, kao osnovni upravljački alat, izabrati za podršku toj funkciji. Osnovni opredeljujući faktor je, po mišljenju autora, funkcionalna pokrivenost poslova u održavanju izabranim softverskim rešenjem. Ne manje značajni faktori za izbor su i: pouzdanost isporučioaca softvera (reference), cena softvera, tehnološka savremenost, podrška u postimplementacionom periodu, mogućnost nadgradnje, očuvanje postojećih i povraćaj uloženi investicija i mogućnost komunikacije sa softverskim rešenjima koja podržavaju ostale poslovne funkcije u industrijskom preduzeću. U radu su prikazana, sa stanovišta funkcija, neka softverska rešenja za podršku upravljanju održavanjem. Napravljena je kratka analiza pokrivenosti osnovnih poslova u funkciji održavanja navedenim rešenjima i definisani faktori izbora koji mogu da posluže kao putokaz za eventualnu kupovinu i implementaciju u vlastitom okruženju. Stav je autora, takođe, da ne treba zanemariti mogućnost i prednosti razvoja domaćeg softverskog rešenja. Pri tome imamo u vidu da postoje i firme i stručnjaci sa značajnim iskustvom u razvoju sistema održavanja.

5. LITERATURA

- [1] B. Kamberović, S. Kecojević, ISO 9000 i Održavanje, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1995.
- [2] V. Komadinić, V. Vukićević, Mogućnost primene softverskih proizvoda za podršku upravljanju proizvodnjom u funkciji održavanja mašinske opreme, Majski skup «Održavanje tehničkih sistema», Zbornik radova, Kragujevac, 1998.
- [3] www.cimmaintenance.com

MAINTENANCE SOFTWARE PRODUCT ANALISIS

Summary

The aim of this paper is analysing of the maintenance management software products in industrial enterprise. What will be shown, briefly, are: the software structure from function standpoint, basic features of the software and its application analysis in our industrial environment.



Lj. Lukić, Z. Andjelković, S. Stamatović¹

INFORMACIONI SISTEM ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNOM

Rezime

Firma za razvoj industrijskog softvera "PBS" iz Beograda, razvila je savremeni informacioni sistem za praćenje i upravljanje proizvodnjom u industriji papira, koji je potpuno implementiran i integrisan sa tehnološkom opremom i proizvodnim procesima u fabrici kartona A.D. "Umka" u Beogradu. U radu se prikazuje kompletna koncepcija sistema, od elektronske porudžbenice, planiranja i pripreme proizvodnje, preko računarske podrške svim proizvodnim procesima u fabrici, do isporuke proizvoda kupcima. Realizovan je kao CIM sistem i omogućava menadžmentu potpun uvid u stanje svih proizvodnih aktivnosti, obezbeđuje trenutne i potpuno pouzdane podatke o svim parametarima proizvodnog procesa, sa spektrom generisanih izveštaja i analiza.

Ključne reči: *Informacioni sistem, upravljanje proizvodnjom, CIM sistem, aplikativni softver*

1. UVOD

Za potrebe praćenja i upravljanja proizvodnjom u fabrici kartona "Umka", firma "PBS" d.o.o. iz Beograda razvila je i uvela u praktičnu primenu originalni CIM sistem (Computer Integrated Manufacturing System), implementiran na bazi savremenih informatičkih tehnologija. To je potpuno nov autorizovan softverski proizvod, namenjen potrebama industrije papira, ali se uz mala prilagodjavanja može uspešno primeniti i u drugim oblastima industrije.

2. OSNOVE TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE KARTONA

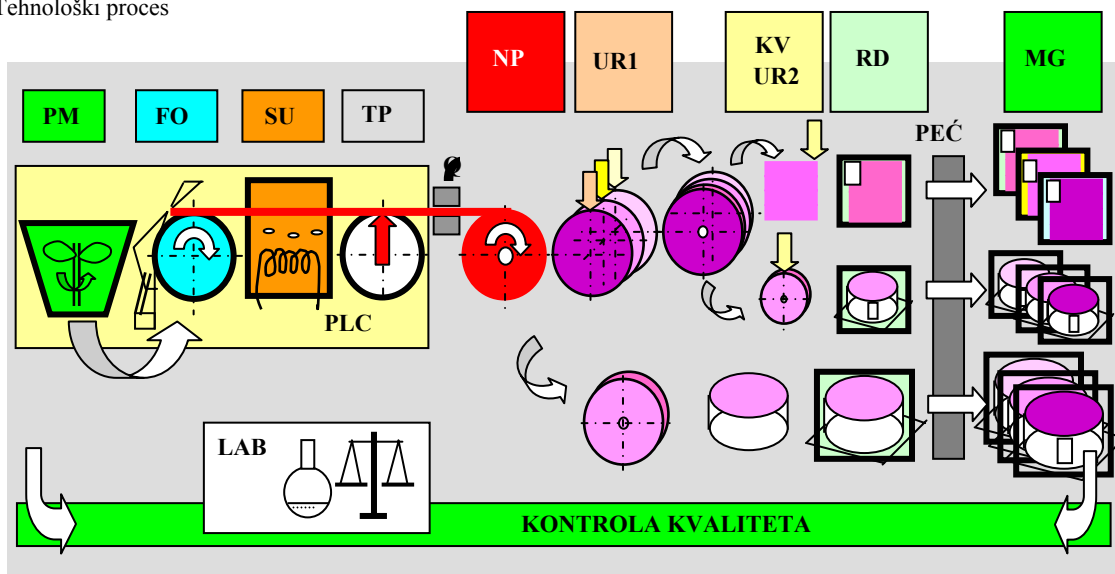
Tehnološki proces proizvodnje višeslojnog hromo kartona (slika 1) počinje formiranjem kartonske trake koja se namotava na navijalnom postrojenju u velike rolne, takozvane "tambure", širine oko 3.500 mm. Naredne faze tehnološkog procesa obuhvataju uzdužno i poprečno sečenje i obradu papirne trake u proizvode (koturove, rolne i tabake) koji se isporučuju kupcima. Obrada kartonske trake se vrši na specijalnim postrojenjima, i to na:

- i. Navijalnom postrojenju, na kome se formira "tambura" kartonske trake,
- ii. Uzdužnom rezaču I, na kome se "tambura" širine 3.500 mm, seče na više koturova manje širine, posle čega se proizvodna linija grana u tri pravca:
 - Uzdužni rezač II, na kome se iz koturova izradjuju rolne,
 - Poprečni rezač - "kveršnajder", na kome se vrši poprečno sečenje kartonske trake iz koturova određene širine, i tako izradjuju tabaci potrebnog formata i
 - Koturovi koji posle obrade na uzdužnom rezaču I idu na pakovanje, jer se i u takvoj formi isporučuju određenim kupcima.
- iii. Ručna dorada je proces sortiranja, pakovanja i merenja, kroz koji prolaze proizvodne linije iz svih pravaca, da bi se u peći izvršilo termo pakovanje svih vrsta proizvoda, koje štiti karton od

¹ Prof.dr Ljubomir Lukić, dipl.inž., Mašinski fakultet Kraljevo, PBS d.o.o. Beograd, tel. +381 11 2317 002, e-mail: pbs1@tehnicom.net, dr Zoran Andjelković, dipl.inž., PBS d.o.o. Beograd, tel. +381 11 2508 780, e-mail: jaz@eunet.yu, Suzana Stamatović, dipl.soc., PBS d.o.o. Beograd, tel. +381 11 2505 109, e-mail: pbs@beotel.yu.

atmosferskih uticaja. Upakovani proizvodi na paletama ulaze u magacin gotovih proizvoda i čekaju otpremu kupcima.

A.D."UMKA" Fabrika kartona
Tehnološki proces



Slika 1. Shematski prikaz tehnološkog procesa u fabrici kartona A.D. "Umka" Beograd

U svim procesima rada, sistemska kontrola kvaliteta koja u svom sastavu ima i tehnološku laboratoriju vrši kontrolu tehnološkog procesa od sirovina, pripreme mase do pakovanja i isporuke proizvoda kupcima, prema zahtevima standarda ISO9001. CIM sistem integriše sve radne aktivnosti u okviru tehnološkog procesa od navijalnog postrojenja do isporuke proizvoda kupcima.

3. OSNOVNI MODULI APLIKATIVNOG SOFTVERA

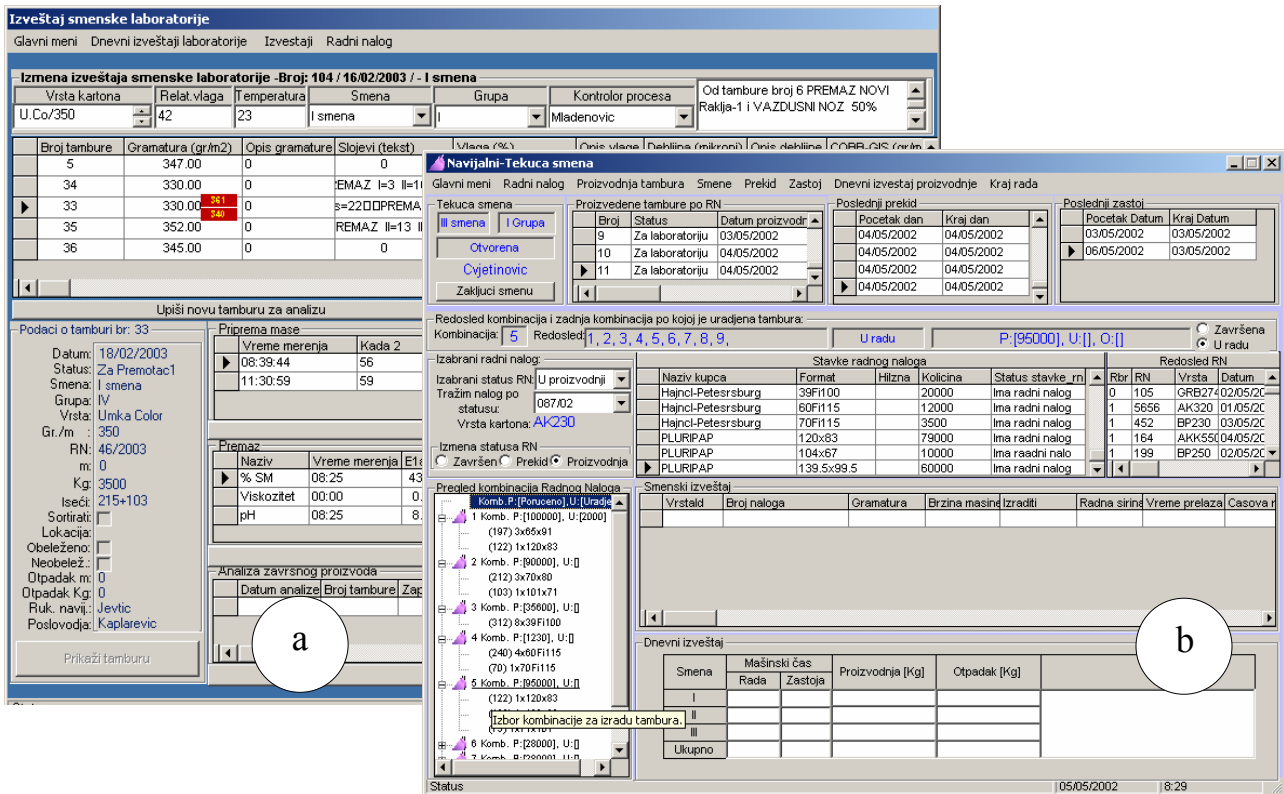
Informacioni sistem za upravljanje proizvodnjom podržava sve aktivnosti komercijalnog sektora fabrike koji ostvaruje kontakte sa kupcima, prima porudžbine, sortira ih i sa menadžmentom usaglašava prioritete da bi se definisao mesečni plan proizvodnje.

Grupa softverskih aplikacija za rad laboratorije (slika 2a) podržava sve njene aktivnosti, integriše sve podatke i rezultate svih izvršenih merenja i analiza kroz laboratorijska ispitivanja, o pripremi mase, premazima i automatski generiše izveštaje uz evidenciju svih grešaka na kartonu.

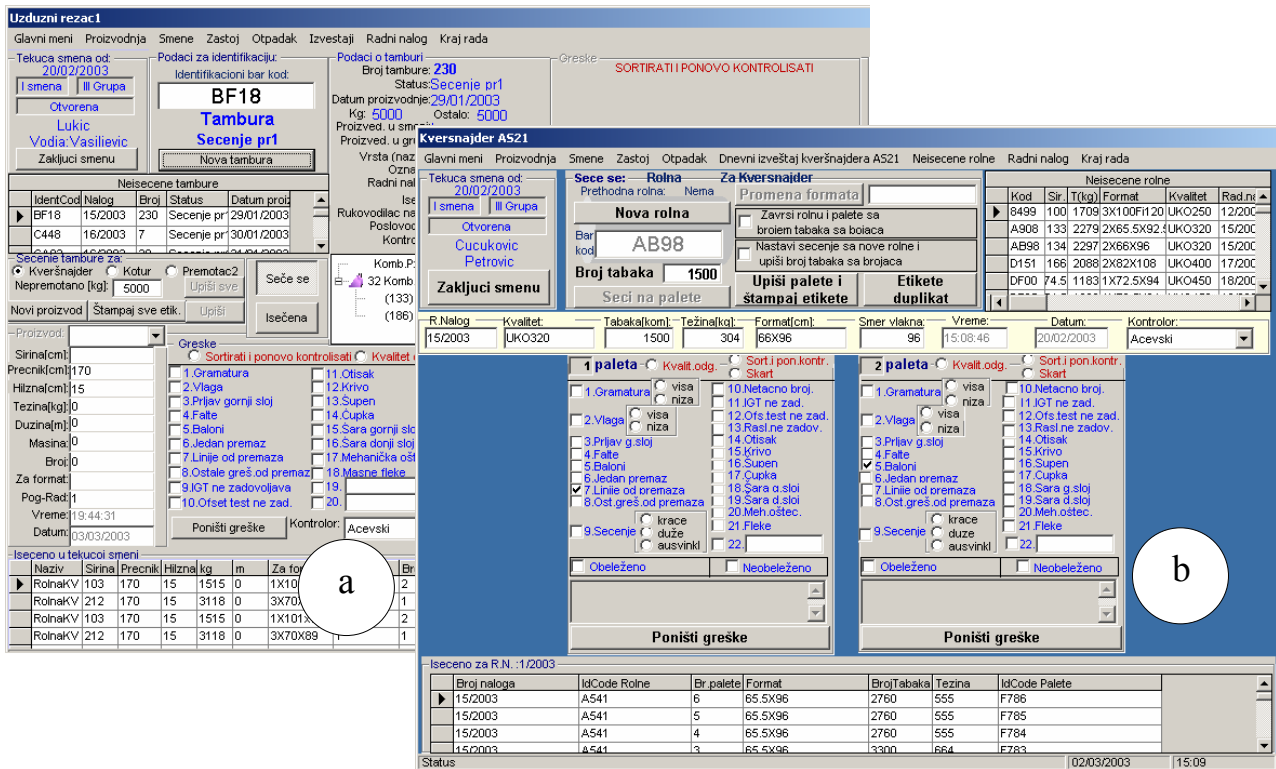
Na navijalnom postrojenju (slika 2b) sve radne aktivnosti zaposlenih odvijaju se u komunikaciji sa računarom. Otvaranje i zatvaranje smena, proizvedene "tambure" po radnom nalogu, evidentiranje svih prekida i zastoja, redosled kombinacija po kojoj je uradjena "tambura", obzirom na minimizaciju otpatka i stepen iskorišćenja postrojenja, status radnog naloga u proizvodnji sa svim stavkama (kupac, format, vrsta, količina kartona itd.), redosled izvršenja radnih naloga, smenski i dnevni izveštaji o realizovanoj proizvodnji, kao i svi podaci o novoj tamburi.

Radnim stanicama uzdužnih rezača, na proizvodnoj liniji, koje su povezane u informacioni sistem (slika 3a), omogućeno je otvaranje smena, praćenje podataka o "tamburi" i svih podataka o sečenju, o proizvodu koji se formira sa potrebnim izveštajima i pregledima o isečenim količinama kartona sa bar kod identifikacijom svih novo izradjenih poluproizvoda.

Poprečni rezači - "kveršnjaderi" imaju sopstvene radne stanice sa aplikativnim softverom (slika 3b) na kome se evidentira i prati rad kompletne smene. Vrš se bar kod identifikacija kotura sa kartonskom trakom koja se poprečno seče na određeni format tabaka. Sve aktivnosti na poprečnom sečenju kotura na "kveršnjaderu" se evidentiraju i na kraju se generiše novi bar kod proizvoda. Unose se svi podaci o proizvodnji, zastojima, otpadku i svemu ostalom što je bitno za praćenje i upravljanje kompletnim tehnološkim procesom.



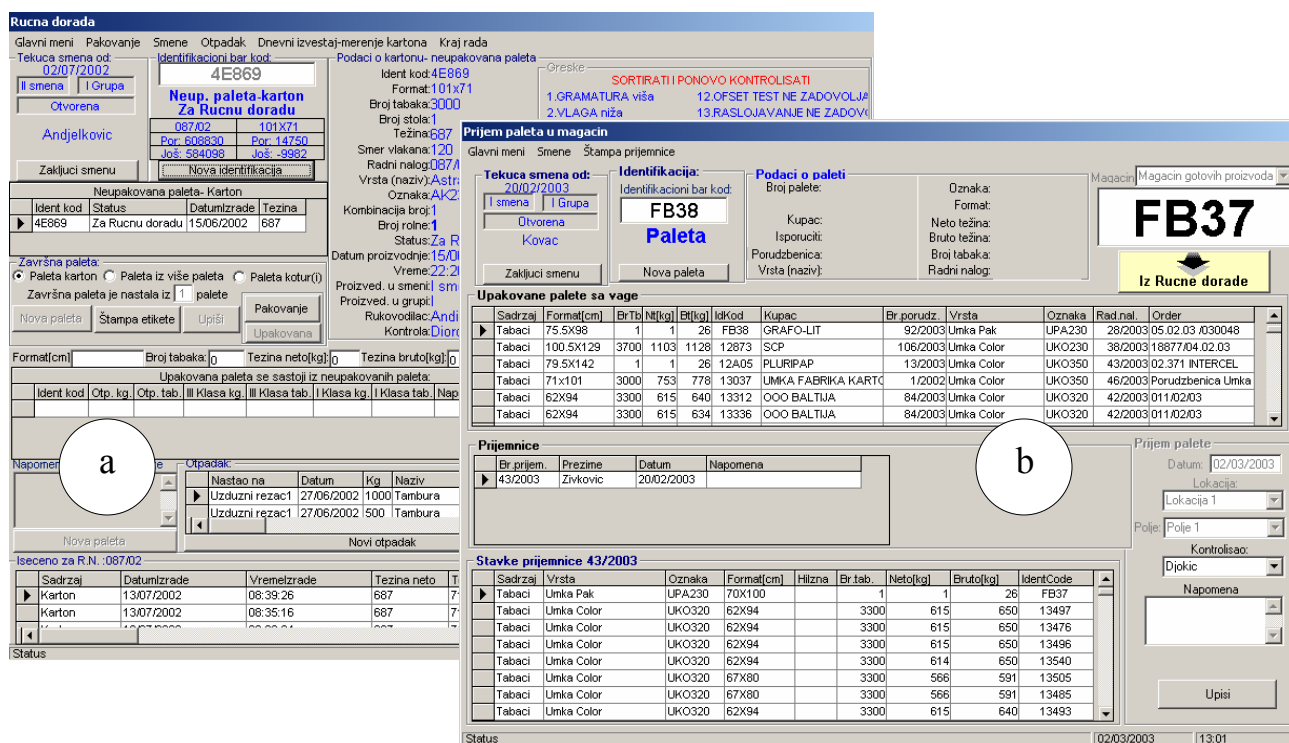
Slika 2. Aplikativni softver (a) za podršku rada laboratorije i (b) za navijalno postrojenje



Slika 3. Softverska aplikacija na radnoj stanici (a) uzdužog rezača i (b) poprečnog rezača

Ručna dorada, merenje, sortiranje i pakovanje (slika 4a) predstavlja završni deo formiranja palete čime se proizvodni ciklus završava i formira "inteligentna" etiketa, koja sobom nosi sve karakteristike o proizvodu i podatke vezane za istorijat nastanka tog proizvoda. Osim toga u ovoj fazi se proizvod priprema za kupca i završno pakuje u magacin gotovih proizvoda. Ovdje se generišu podaci i o kompletnom otpatku vezanom za smenu, radni nalog, "tamburu" ili neki drugi način posmatranja.

Magacin gotovih proizvoda ima svoje tri osnovne funkcije: prijem gotovih proizvoda, isporuka proizvoda kupcima i eventualni povraćaj robe koja nije adekvatnog kvaliteta - reklamacije (slika 4b).



Slika 4. Aplikacije na radnoj stanici (a) ručne dorade i (b) magacina

4. ZAKLJUČAK

Informacioni sistem za upravljanje proizvodnjom je projektovan i realizovan objektno-orijentisanim pristupom sa primenom procesa jedinstvenog razvoja softvera (Unified software development process). Ima troslojnu logičku arhitekturu: korisnički, aplikativni i perzistentni nivo. Firma "PBS" d.o.o. je pored ostalog, realizovala glavni projekat sistema i projekat računarsko komunikacione infrastrukture. Razvila je i primenila sistem jedinstvenog označavanja objekata tehnikom bar koda sa generisanjem "inteligentne" etikete proizvoda. Prva verzija informacionog sistema je uvedena u funkciju i operativno korišćenje od 10. januara 2003.godine u fabrici kartona A.D. "Umka" u Beogradu.

LITERATURA

- [1] Lukić,Lj. i grupa autora: Sistem za praćenje i upravljanje proizvodnjom u A.D. "Umka" Fabrika kartona, Projekat, PBS, Beograd, 2002-2003.
- [2] Lukić,Lj., Andjelković,Z., Stamatović,S.: CIM sistem fabrike kartona "Umka" iz Beograda, Infoteh-Jahorina 2003, Jahorina, 2003.

Lj. Lukić, Z. Andjelković, S. Stamatović

INFORMATION SYSTEM FOR CONTROLLING OF PRODUCTION

Abstract

Company for development for industry software "PBS" from Belgrade has developed modern information system for monitoring and controlling of production in paper industry, completely integrated with technological equipment and productive processes in the cardboard factory A.D. "Umka" in Belgrade. The paper presents complete conception of system, from electronical communication with bussines partners, over computer support to all production processes in the factory, to delivery of products to customers. Realized as CIM (Computer Integrated Manufacturing) system, enables management to have entire view in the condition of all production and business system with spectrum of generated reports and analysis.

Key words: Information system, controlling of production, CIM system, application software



Slavković G.¹

WEB OBRASCI²

Rezime

Ma koliko se trudili, nemožemo da izbegnemo prisustvo Weba u svakodnevnom životu. Web postaje vitalni deo svega što radimo. Kako upotreba Weba raste, tako i Web (HTML) obrasci počinju da se koriste, ne samo u Intranet aplikacijama, već postaju prisutni na sve većem broju lokacija na Internetu. Ovi Web obrasci koriste se u svemu, počevši od prikupljanja reakcije kupaca sve do online registracije.

Ključne reči: web, obrasci.

1. UVOD

U ranim danima računarstva, računari su zahtevali veliku snagu i resurse da bi uopšte mogli raditi. U početku su se PC računari koristili kao neumreženi računari sa svojim lokalnim podacima i softverom. Korisnici su mogli da dele podatke jedino snimanjem na disketu i njihovom razmenom. Kako se korišćenje PC računara povećavalo, to je vodilo ka potrebi povezivanja sa drugim računarskim sistemima. Pristup bazama podataka firmi koje se nalaze na različitim platformama je postao nezaobilazni zahtev. Potreba za deljenjem informacija je pokazala put umreženim radnim grupama kako da koriste iste podatke, štampač i softver, očekivanja od centralnih računara i servera rastu. U današnje vreme je klijent/server obrada uobičajena, a umrežavanje održava različite platforme povezanim. Nove i različite tehnologije se koriste za kreiranje i održavanje web aplikacija i baza podataka [1].

2. KLIJENT/SERVER

Kada radimo sa Web aplikacijama, često je u upotrebi termin **laki klijent** (*thin/light client*), pošto klijent može biti bilo koji pretraživač (kao što su Microsoft Internet Explorer ili Netscape Navigator), a koji zahteva malo resursa, jer se najveći deo obrade vrši na serveru [2].

Za razliku od modela klijent/server, koji je bazira na dvoslojnoj arhitekturi, Oracle je razvio **NCA** arhitekturu (*Network Computing Architecture*), koja se bazira na tri odvojena sloja. Arhitektura klijent/server modela se sastoji od:

- Sloja klijenta koji odgovoran za prezentaciju (uključujući korisnički interfejs) i aplikaciju.
- Sloja servera u kome se podaci nalaze.

NCA arhitektura ima tri sloja:

- Sloj mršavog klijenta, koji je odgovoran za prezentaciju informacija (arhitektura mrežnog računarstva podrazumeva da ovaj sloj čine mršavi klijenti), tkz. prezentaciona logika.
- Sloj servera aplikacije, koji je odgovoran za sva poslovna pravila (arhitektura mrežnog računarstva podrazumeva da je to puni klijent), tkz. poslovna logika koja je ključni element aplikacije koji je potreban da bi krajnji korisnik rukovao podacima i tako upravljao poslovnim procesom (svaka poslovna logika je jedinstvena za određeni poslovni proces i sadrži metode za primenu poslovnih strategija, upravljanje poslovnim transakcijama i primenu pravila i politike firme).
- Sloj servera baze podataka, koji je odgovoran za manipulaciju i skladištenje podataka (podaci variraju od tekstualnih, preko brojevanih, do video podataka), tkz. sistem za upravljanje bazama podataka, i obezbeđuje brz pristup strukturiranim podacima na siguran način.

¹ mr Goran Slavković, Mašinski fakultet, Beograd, e-mail: gslavkovic@mas.bg.ac.yu

² Projekat MIS.3.07.0027.A, koji podržava Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije

Arhitektura mrežnog računarstva može da radi i na svim operativnim sistemima i svim hardvertskim platformama, što omogućava korisnicima da odaberu operativni sistem i hradver. Poenta je da se aplikacioni server i server baze podataka mogu prebaciti na jaču mašinu, bez uticaja na rad klijenta. Ove mašine su smeštene na centralnoj lokaciji i njima upravljaju obučeni profesionalci, krajnji korisnik je isključen iz ove kompleksnosti.

3. WEB OBRASCI I WINDOWS FORMS

3.1. Osnove Windows Forms-a

Obrazac služi za predstavljanje podataka korisniku ili preuzimanje podataka od korisnika. U radu sa aplikacijom Windows Forms postoji kompajlirani program koji mora biti distribuiran na svakom radnom računaru pre korišćenja. U zavisnosti od aplikacije, može postojati jedna ili više datoteka DLL-ova za podršku. DLL je biblioteka dinamičkih veza koju može koristiti jedan ili više programa, i tipično, omogućava pristup drugim resursima kao što je baza podataka. Kada se izvršava program koji koristi Windows Forms, Windows operativni sistem učitava program, izvršava kod i prikazuje obrazac. Sve ovo se dešava za tren oka, i to upravo u kodu obrasca. Obrazac ne sadrži samo kod za upravljanje događajima kontrole, već i kod za izdvajanje podataka. Takav slučaj nije sa Web obrascima.

3.2. Osnove Web obrasca

Ono što je tipično u arhitekturi lakog klijenta je da ne postoji program ili DLL koje treba distribuirati. Korisnik samo treba da pokrene svoj pretraživač i zada URL-u (*uniform resurs locator*) one Web lokacije kojoj želi da pristupi. Server na kome se nalazi Web lokacija odgovoran je za održavanje svih resursa koji su potrebni u Web aplikaciji. Resursi se upotrebljavaju na serveru, a Web lokaciji obezbeđuju funkciju.

D:\reports\zelvoz_fvk.htm - Microsoft Internet Explorer

Address: D:\reports\zelvoz_fvk.htm

AIE
ЖЕЛВОЗ

Datum: 28 NOV 2002
Strana 1 od 1

STRUKTURNA SASTAVNICA

ID SKLOPA: 3000 NAZIV SKLOPA: Putnicki vagon
TIP STANDARD KONSTRUKTUR
sklop JUS.MB1.20.345 Slavkovic Goran

Nivod komponente	Naziv komponenete	Jed mere	Jed. kol.	Uku. kol.	RBS	Cena	Iznos [din]
1 10002	Prolazna vrata	komad	5	5	1	3000.00	15000.00
2 10001	Brava prolaznih vrata	komad	1	5	1	100.00	500.00
2 10003	Staklo prolaznih vrata	m2	.5	2.5	1	1500.00	3750.00
1 10005	Tepih odeljka	metar	8	8	3	2700.00	21600.00
1 10008	Zavesa	komad	16	16	2	300.00	4800.00
2 10006	Klizac zavese	komad	4	64	1	100.00	6400.00
2 10007	Alke zavese	komad	12	192	2	75.00	14400.00
1 10061	Mehanički teleskop pom. sedist	komad	12	12	4	380.00	4560.00
1 10064	Lezaj 51104	komad	4	4	7	3000.00	12000.00
1 10076	Metalne merdevine	komad	4	4	5	1500.00	6000.00
1 100000	Sediste put. vagona	komad	24	24	6	2320.00	55680.00
2 10009	Skaj sedista	metar	12	288	1	300.00	86400.00
2 10012	Sundjer sedista sa 3 sedista	komad	6	144	2	600.00	86400.00
2 10014	Klizaci sedista	komad	3	72	3	150.00	10800.00
2 10015	Lim sedista	m2	.5	12	4	300.00	3600.00
2 10016	Rucica sedista	komad	2	48	5	180.00	8640.00
2 10017	Drzac povuke sedista	komad	3	72	6	220.00	15840.00
2 10018	Vodjice sedista	komad	12	288	7	350.00	*****

Najveci udeo u ceni: 3000.00100800.00

Zbirna cena po 457170.00

Slika 1. Web obrazac

Povremeno mogu se javiti kontrole koje je potrebno učitati, a pretraživač će signalizirati kada se to desi i postaviće pitanje pre nego što ih prenese. U tome su dve prednosti: prva je ta, što omogućava da se proveri sertifikat kontrole pre nego što se učitava. Ukoliko se nezna kojoj firmi pripada kontrola, ne mora se ni preneti. Druga važna stvar je da to omogućava da se odluči da li treba nešto instalirati na sistemu. Može se samo krstariti Webom, a da se pri tome ne poseti Web lokaciju gde bi se morala učitati ta kontrolu.

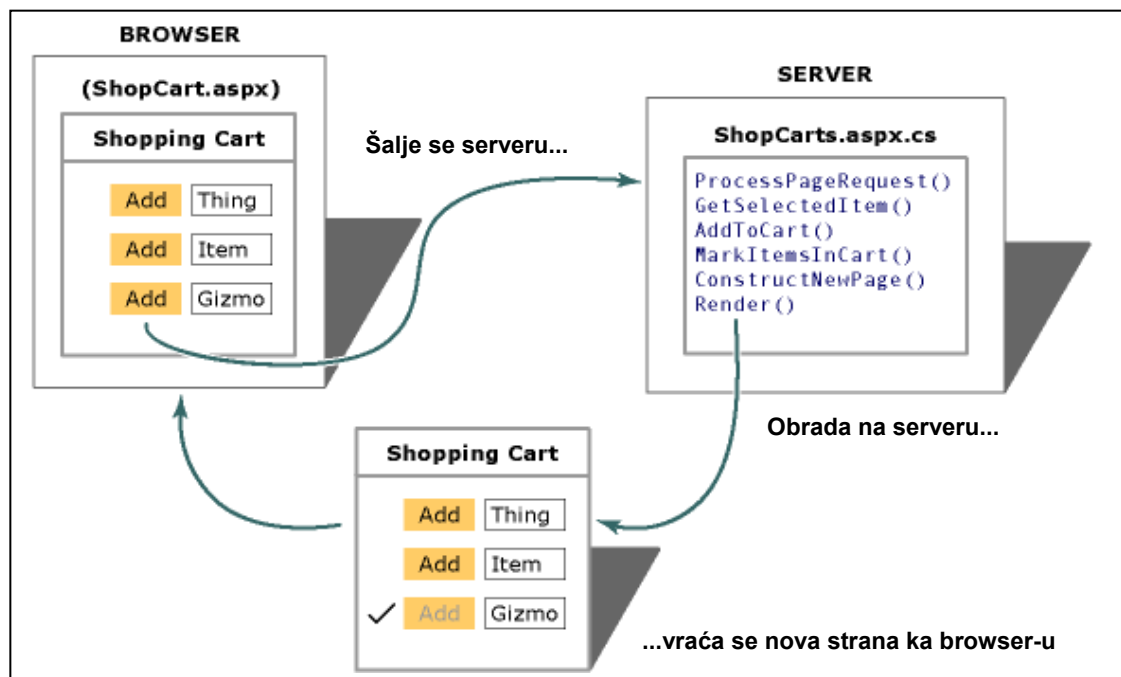
U suštini, ceo kod, koji je neophodan u arhitekturi neopterećenog klijenta, memorisan je u jednoj centralnoj lokaciji, u serveru u kome se nalazi Web lokacija. Svako ažuriranje koda odmah biva pristupačno sledećeg puta kada korisnik zatraži Web stranicu koja je bila ažurirana.

Arhitektura neopterećenog klijenta nudi nekoliko ključnih prednosti. Prvo i najvažnije je trošak početne distribucije aplikacije, koje u ovom slučaju nema. U tradicionalnoj arhitekturi klijent/server, program bi trebalo distribuirati do svakog klijenta koji ga želi koristiti, što bi bilo dugotrajan proces ako se aplikacija koristi na radnim mestima širom sveta.

Još jedna velika prednost je trošak distribucije ažuriranih verzija, kojih, u ovom slučaju, ponovo, nema. Sve ažurirane verzije Web lokacije zajedno sa svojim komponentama distribuirane su na Web serveru. Kada je ažurirana verzija napravljena, ona odmah postaje pristupačna svakom korisniku koji sledeći put želi da pristupi ažuriranoj Web stranici (slika 1.). U tradicionalnoj arhitekturi klijent/server, trebalo bi distribuirati ažurirani program do svakog klijenta, što može trajati danima ili nedeljama.

Sledeća velika prednost je što može da se promeni pozadinska arhitektura i da se ne brine za klijenta. Na primer, može se promeniti lokaciju baze podataka sa servera niže klase na server visoke klase. Karakteristično za novi server je to što bi nosio naziv nove mašine. U tradicionalnoj aplikaciji klijent/server, naziv mašine u serveru baze podataka memorisan je na kodu ili u okviru neke promenljive. Trebalo bi da se modifikuje ili kod ili vrednosti promenljive za svakog korisnika koji upotrebljavao aplikaciju. U arhitekturi neopterećenog klijenta, samo treba da se ažuriraju opcije Web servera, tako, da bude usmeren na novi server baze podataka, i već je sve spremno za rad svih klijenata.

U modelu arhitekture lakog klijenta, svaki klijent sa pretraživačem može pristupiti željenoj Web lokaciji, čime automatski ima pristup ažuriranim verzijama. U suštini, ukoliko su promene na serveru transparentne za korisnika, klijent neće ni znati da je došlo do promena.



Slika 2. Kružni ciklus

Kod Web obrazaca programiranje je podeljeno na dva dela: interfejs ka korisniku i programerska logika. Interfejs ka korisniku se često naziva stranica Web obrasca (sastoji se od datoteke sa statičkim HTML kodom, ili određenih kontrola) i služi za prikaz teksta i sadržaja kontrola. Logika Web obrasca sadrži programski kod koji se nalazi u posebnoj datoteci.

Kada izvršimo Web obrazac, prvo se mora otvoriti pretraživač i ući u URL na Web lokaciji, koji se obično nalazi negde na Web serveru. Pretraživač učitava obrazac, korisnik ga obrađuje i šalje zahtev nazad na server (slika 2.). Pošto se sva obrada odvija na serveru, to znači da za svaku akciju korisnika koja zahteva neku obradu, obrazac mora da se pošalje nazad na server, tamo se procesira i ponovo pošalje u pretraživač.

Naravno, može se kreirati skript na strani klijenta za validaciju unosa podataka radi smanjenja komunikacije sa serverom. Tada je taj skript nezavistan od servera.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Web obrasci se koriste za kreiranje programabilnih Web stranica koje služe kao interfejs za Web aplikaciju. Stranice sa Web obrascima korisnicima daju informacije u svakom pretraživaču, a aplikaciona logika je implementirana korišćenjem koda na strani servera. Web obrasci su:

- Bazirani na Microsoft ASP.NET tehnologiji gde kod, koji se nalazi na strani servera, dinamički generiše Web stranice i šalje ih na klijentov pretraživač.
- Kompatibilni sa svakim pretraživačem.

Ceo kod, koji je neophodan u arhitekturi tankog klijenta, memorisan je na serveru u kome se nalazi Web lokacija. Svako ažuriranje koda odmah biva pristupačno korisniku koji zatraži Web stranicu koja je bila ažurirana.

Kada se radi sa resursima koji nisu locirani na klijentu, ima dosta slanja podataka napred i nazad, između pretraživača i Web servera. Ovo se uvek mora imati na umu kada se piše Web aplikaciju. Poželjno je da se smanji vraćanja ka serveru na što manji broj. Zato je važno izvršiti proveru valjanosti unetih polja na klijentu; ne treba se vraćati do servera da bi se proverila valjanost polja.

5. LITERATURA

- [1] Mullins, S. C., Administracija baza podataka, Kompjuter biblioteka, Čačak, 2003.
[2] Abbey, M., Corey, J. M., Abramson, I., Osnove Oracle 8i, Kompjuter biblioteka, Čačak, 2002.

Slavkovic G.

WEB FORMS

Summary

We can't avoid presence of Web in our everyday life, as we try to. Web becomes important part of our living. As use of Web grows, either use of Web (HTML) forms grows not only in Intranet applications, but in number locations on Internet. The use of Web forms are widespread, starting from collecting reactions of customers to online registration.

Key words: web, forms.



Drago Soldat,¹ Dušan Malić,² Mirko Malić,³

MODULI SOFTVERA ZA SISTEMSKU PODRŠKU U PROCESU ODRŽAVANJA PROIZVODNE OPREME

Rezime: U većem broju preduzeća, a posebno u metalnoj industriji locirana je dosta složena, raznolika i skupa proizvodna oprema, čije je održavanje od presudnog značaja za uspešno funkcionisanje sistema kao celine. Uvođenjem računarskih sistema u proces održavanja može se očekivati povišenje nivoa upravljanja njenim tehničkim karakteristikama a što je u direktnoj zavisnosti sa ekonomsko-finansijskim rezultatima koji proističu iz realizacije materijalnog proizvoda namenjenog tržištu. Poznavanjem tehničkog stanja proizvodne opreme, stvaraju se uslovi systemske podrške predviđanjem njenog ponašanja u budućnosti a koje se može efikasno izvršiti pomoću računara i adekvatnog programa – softvera, koji može obezbediti pravovremene informacije potrebne za optimalno upravljanje vremenom, radnom snagom, materijalom, isl.

UVOD

Usavršavanje sistema održavanja u praksi zasnovano je na istraživanjima njegove ukupne efikasnosti na bazi postavljenih - uticajnih kriterijuma. Ovakvim načinom proučavanja ove problematike dolazi se do međusobne povezanosti materijalne proizvodnje i održavanja koji čine integralnu proizvodnu celinu pod zajedničkim nazivom proizvodnja [1].

Računarski program-sofтвер, razvijen za potrebe systemske podrške u procesu održavanja zasniva se na tehničkoj dijagnostici, kao jednom od bitnijih vidova održavanja proizvodne opreme po stanju. Ovakav softver ima zadatak da skuplja i čuva podatke što je moguće bliže njegovom izvoru, da iste organizuje u memoriji na način koji omogućava lak "prilaz" i manipulaciju u okviru procesa primenjenih metoda u sistemu održavanja, kao i da ih jasno i tačno prikaže na terminalima [2, 3]. Systemsku podršku u procesu održavanja pod navedenim uslovima treba organizovati odnosno postaviti na način koji omogućava njegovo kompletno odvijanje uz primenu savremenih tehnologija u vezi s tim.

1. TEHNIČKA DIJAGNOSTIKA KAO OSNOV SISTEMSKJE PODRŠKE ODRŽAVANJA

Projektovanje i konstruisanje bilo kog proizvodnog sistema i opreme u sklopu njega mora se zasnivati na ciljevima koji proizilaze iz postavljenih kriterijuma od kojih su od posebne važnosti: (1) tehničke karakteristike, (2) pouzdanost u eksploataciji i (3) efikasno održavanje [4].

Maksimiziranje ovih kriterijuma mora se razmatrati u svim etapama – konceptima → projektovanja podsistema, do → integracije podsistema u sistem kao funkcionalnu celinu.

Ciljevi u vezi sa efikasnim održavanjem proizvodne opreme u sistemu i pouzdanost iste u eksploataciji može se povećati vršenjem njihovog testiranja i analiziranja u fazama projektovanja i konstruisanja kao i same eksploatacije. Kao dopuna, kada se sistem izradi, efektivno preventivno održavanje, on-line sistemi zdrave kontrole i dijagnostike u strategiji održavanja i eventualnih nepredviđenih intervencija – opravki, moraju biti razvijene za sistem, odnosno, njegove podsisteme. Na primer, za zadatke kritičnih posledica imperativno je da neispravnost sistema bude brzo dijagnosticirana a njegov zastoj otklonjen u što kraćem vremenu u skladu sa pravilima struke i odgovarajuće tehničke regulative.

U teži da troškovi održavanja budu što manji, mora se izolovati otkaz opreme u sistemu a održavaoci se u tom smislu ne trebaju baviti metodom opravke, odnosno korektivnog održavanja - "šta bi bilo kada bi se uradilo ovo" koja samo povećava vreme održavanja, smanjujući pri tome vreme opreme u eksploataciji uz

¹ Prof. dr Drago Soldat, Viša tehnička škola u Zrenjaninu, tel. 023 565 896, e – mail: soldat@infosky.net

² Mr Dušan Malić, Viša tehnička škola u Zrenjaninu, tel. 023 565 896, e – mail: dmalicc@yahoo.com

³ Mr Mirko Malić, Viša tehnička škola u Zrenjaninu, tel. 023 565 896, e – mail: dmalicc@yahoo.com

istovremeno povećanje troškove održavanja [1]. Očito, u što kraćem vremenskom roku i na što stručniji i efikasniji način mora se izvršiti takva vrsta intervencije –opravke radi vraćanja opreme u sistem – radnog, odnosno operativnog stanja.

Ovo je način da tehničke karakteristike proizvodne opreme, uz efikasno planiranje analiziranih aktivnosti ostanu u granicama koje omogućavaju njenu raspoloživost u procesu realizacije materijalne proizvodnje. U tom smislu, pouzdanost proizvodne opreme i sistema kao celine uvodi se u spregu sa integrisanim procesom za inteligentne sisteme održavanja i logističkom podrškom, što omogućava znatno produženje životnog veka proizvodne opreme u sistemu, unapređenje njene upotrebljivosti a samim tim i povećanu radnu sposobnost [2].

1.1. Opis modula softvera za tehničku dijagnostiku

Modul ovog softvera čini: Inženjering i održavanje sistema (**IOS**), Inženjering i održavanje sistema – RT (**IOS-RT**), Inženjering i održavanje sistema – ATE (**IOS-ATE**) i Inženjering i održavanje sistema – KB (**IOS-KB**)

IOS predstavlja grafičku softversku alatku za analizu i tehničku dijagnostiku, koji bi integrisao jedinstveni tok multi signala za modelovanje grafika metodologije i različitih analitičkih tehnika za vršenje testiranja pouzdanosti tehničkog sistema. **IOS** bi minimizirao troškove životnog veka sistema dajući projektantima i test-inženjerima glavne crte stanja tehničkog sistema u svakom željenom trenutku, kao i informacije o potrebnoj opremi za dijagnostiku određenog sistema/podsistema. Na taj način bi inženjerima iz procesa održavanja bila pružena optimalna dijagnostička strategija.

IOS se može koristiti pri:

- modelovanju individualnih podsistema i integraciji istih u jedinstven integracioni sistem,
- analizi i kvantitativnom testiranju sistema i podsistema,
- vizuelnoj kontroli dijagnostičkih nesposobnih sistema i pružanju preporuka za dalje projektovanje i razvoj kompletnog sistema,
- automatizaciji izveštaja,
- generisanju optimalne dijagnostičke procedure za različite realistične test- opcije sistema.

IOS bi se uglavnom projektovao kao alat za testiranje i dijagnostiku, ali njegove dijagnostičke procedure mogle bi se ugraditi u interaktivne elektronske komande, čime bi se postigla totalna automatizacija i kompjuterizacija u sistemu održavanja koje bi našlo svoju ukupnu ulogu kod fleksibilne proizvodne opreme. Trenutno, u svetu već postoje slični sistemi, a koriste ih komanije kao što su Boeing, Sikorsky Aircraft, Lockheed-Martin i drugi u industriji borbenih aviona kao što su F22, V22, helikoptera Comanche, itd.

IOS-RT je softverska alatka za praćenje rada sistema u realnom vremenu (real time – RT) koja može da pruži informacije potrebne za tehničku dijagnostiku i omogućavava on-line nadgledanje i upravljanje proizvodnom opremom. Ulazni podaci za softver bi bili procesni rezultati senzora u sistemu. **IOS-RT** može da obrađuje prispele podatke, indentifikuje i razvrstava informacije na loše, dobre i sumnjive- set komponente

Jedinstvene karakteristike **IOS-RT-a** su:

- uspešno procesiranje rezultata senzora u realnom vremenu,
- nadogradnja sistema gde se registruju greške testiranjem i laka promena i prilagodljivost promene rada usled potencijalne izmene sistema,
- nadogradnja sistemskih komponenti (na osnovu dobijenih rezultata i informacija koje softver ispostavi) od neuspešnog funkcionisanja u redudandne komponente.

IOS-RT softverski modul treba da ima modularnu strukturu, odnosno strukturu sa dva primarna modula:

- (1) kernel (dijagnostički endžin) koji bi egzistirao kao dinamička arhiva – DDL,
- (2) ruoter drajvera koji bi delovao kao izvršitelj. Ruoter bi upotrebljavao interfejs programske aplikacije (*Application Programming Interface – API*) od **IOS-RT** kernela za izvršavanje različitih zadataka koji bi se zadavali aplikaciji.

Korišćenjem lap-top računara, u koji bi se instalisao **IOS-RT**, ostvarila bi se mogućnost za daljinsku komunikaciju i upravljanje sistemom. Softverski interfejs mora se izgraditi na bazi modularne arhitekture, pri čemu bi jedan deo softvera bio odgovoran za prepoznavanje i konstrikciju tekstualne poruke, kao malih i velikih frejmova. Drugi deo softvera bi bio zadužen za dekodiranje podataka preuzetih sa drajverske karte i njihovo interpretiranje korisniku - održavaocima u funkciji obaveštavanja u vezi sa problemom koji treba otkloniti - otkaz na proizvodnoj opremi koju **IOS-RT** kontroliše, ili greška u samom softveru. Svaki od ova dva problema predstavlja test u kontekstu **IOS-RT** modula.

Neuspeli test ili test korišćen pomoću **IOS-RT**-a generisao bi ispravnost sistema u izveštajima i skladištio ih u bazu podataka koja se rezindentno nalazi u lap-top računaru. Ovaj sistem izveštaja ispravnosti bi koristio **IOS-RT** za off - line dijagnostiku proizvodne opreme a u cilju sistemske podrške u procesu održavanja.

IOS-ATE je prateća alatka modula **IOS** i **IOS-RT** i služi za adaptaciju istih na zonama tehničkih sistema dijagnosticiranja konkretne proizvodne opreme. **IOS-ATE** je softverski klijent koji za osnovni zadatak ima da omogući softverskom sistemu funkcionisanje u mrežnom okruženju i omogući interaktivnu dijagnostiku. Namenjen je takođe i za stvaranje i ispostavljenje izveštaja o potencijalnim otkazima, identifikujući najčešće njihove izvode uz odgovarajuću analizu. Dijagnostički endžin treba povezati sa interaktivnim elektronskim tehničkim priručnikom koji bi pomogao održavaocima u pregledu sistemske podrške nakon izvršenih intervencija određenih održavalačkih aktivnosti. **IOS-ATE** modul u integrisanom softverskom sistemu je implementiran kao server i Java klijent koji bi bi izvršavao minimalno procsiranje ulaznih podataka i vrednosti pri čemu bi poruke vraćao serveru. Korisnički interfejs bi morao da omogući i brojne napredne opcije koje bi olakšavale posao u procesu dijagnosticiranja a takođe bi moralo biti omogućeno i kreiranje novih operativnih stanja softverskog sistema kojim bi se olakšalo trenutno dijagnosticiranje i manipulacija test strategijama.

IOS-KB predstavlja bazu podataka sistema održavanja koju bi bila pokrivena sa više različitih računarskih sajtova održavanja. Ona bi predstavljala kariku svih dijagnostičkih procesa održavanja proizvodne opreme. On-line informacije dijagnostike koje bi obrađivao **IOS-ATE** (opravke proizvodne opreme nakon nastalog otkaza, vreme opravke, troškovi opravke, skladište rezervnih delova, testiranje ispravnosti proizvodne opreme i sl.) arhiviraju se pomoću **IOS-KB-a**. Ovaj softverski modul bi imao raznolik korisnički interfejs, a u njega bi se moralo ugraditi više različitih algoritama za analizu podataka potrebnih za efikasno dijagnosticiranje, odnosno stvaranje sistemske podrške efikasnom održavanju.

2. INTEGRACIJA TOKOVA DOGAĐAJA KROZ INTEGRISANO OKRUŽENJE

Koncept celokupnog rada i toka informacija je sledeći: procedure održavanja počinju sa inicijalizacijom elektronskog obrasca održavanja (**EOO**) koji se kreira u **IOS-KB** softverskom modulu. **EOO** može biti startovan i kreiran automatski pomoću pilota u slučajevima iznenatnih otkaza na proizvodnoj opremi – neplanirano održavanje ili iz kontrolne jedinice održavanja - plansko održavanje. Elektronskim putem supervizor sistema biva odmah obavešten o registraciji otkaza na proizvodnoj opremi preko **IOS-KB** softverskog podsistema. Kada supervizor izvrši odabir, nadležni održavaoci vrše pripremu za realizaciju tehničke dijagnostike. Na osnovu doslednosti izveštaja, vrši se odabir potrebnog alata za izvršenje konkretne akcije održavanja - popravke. Izveštaj o ispravnosti proizvodne opreme može generisati **IOS-RT** softverski modul za tekući scenario održavanja i ako je potrebno može biti odmah softverski kopiran u centralnu bazu podataka. Takođe, **IOS-RT** može biti podložan radu u mrežnom okruženju i ako je to potrebno može se izvršiti konekcija na računarsku mrežu i tako podatke transportovati na bilo koji računarski sajt, što daje mogućnost objavljivanja određenih rezultata širokom auditorijumu zainteresovanih za problematiku ove vrste.

Zasnovan na stepenu stručnosti korisnika, **IOS-ATE** može usklađivati i proveravati troškove vezane za različita testiranja koja su za tu priliku potrebna i dinamički ih dodeljivati održavaocima sa odgovarajućim iskustvom u radu na specifičnom sistemu/podsistemu proizvodne opreme.

Tokom eventualne popravke i zamene rezervnih delova potrebno je preko **EOO**-a izvršiti porudžbinu iz skladišta. Skladište, u tom slučaju biva obavešteno o zahtevu za potrebnim rezervnim delom i ukoliko ga ima, transportuje se na mesto opravke, a ukoliko ga ne poseduje, signalizira se potreba zua njegovom nabavkom. Kada skladište najavi isporuku rezervnog dela na mesto popravke, održavaoci se obaveštavaju i mogu da isključe mod čekanja u softveru.

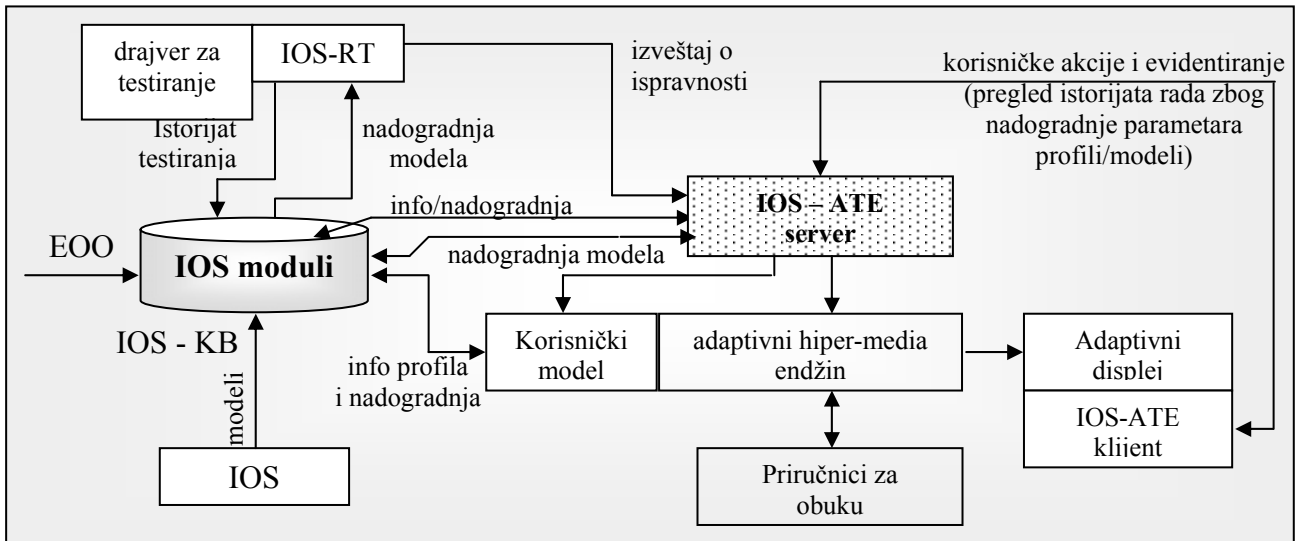
Da bi se učitao novi parametar modela, kao što su preostalo vreme po nastalom otkazu, troškovi testiranja, vreme testiranja, troškovi popravke, vreme popravke i sl. potrebno je da budu kompatibilni sa modelom i omoguće povratnu spregu za povećanje **IOS-ATE**-ove dijagnostičke strategije i/ili razvojne promene inženjerskog dizajna i projektovanja budućeg softverskog sistema.

Na Slici 1. predstavljena je arhitektura integrisanog dijagnosticiranja kao osnova efikasnog održavanja. Kompletan set funkcije baze znanja održavanja omogućava sledeće:

1. dijagnostički podaci generisani od strane **IOS-ATE** i **IOS-RT** su uskladišteni u bazu podataka,
2. dijagnostički podaci se koriste za predviđanje potreba novih rezervnih delova,

Baza znanja koristi nove podatke koje joj **IOS-ATE** interaktivno dostavi za utvrđivanje sledećih parametara:

1. glavno (preostalo) vreme do otkaza,
2. glavno (preostalo) vreme do popravke,
3. nivo zaliha u skladištu rezervnih delova,
4. tačke ponovnog naručivanja rezervnih delova,
5. vreme testiranja/troškovi,
6. posebno vreme za popravku/troškovi.



Slika 1. Arhitektura integrisanog dijagnosticiranja kao osnova efikasnog održavanja

3. ZAKLJUČAK

U budućnosti najveći deo aktivnosti funkcije održavanja proizvodne opreme doći će do punog izražaja i imaće isključivo preventivni karakter. Ciklusi popravke, kao posledica nepredviđenih otkaza biće vrlo kratki, a vreme rada proizvodne opreme između dve popravke biće znatno duže u odnosu na rešenja koja su trenutno prisutna u održavanju proizvodne opreme u opštem slučaju. Predviđa se da će najveći broj procesa rada u održavanju biti upravljan pomoću računara, što se već realizuje u industrijski razvijenim zapadnim zemljama.

U eventualnom budućem radu na unapređenju softvera za tehničku dijagnostiku kao osnovu efikasnog održavanja, neophodno je isto prilagoditi svakom preduzeću posebno iz razloga što svako od njih ima drugačiji koncept rada. Za ovakva razmišljanja potrebno je dobro poznavanje teorije održavanja, teorije sistema i načina dekompozicije sistema pogodne za računarsku podršku.

Takođe, neophodno je pratiti trendove u razvoju hardverskih i softverskih rešenja najpoznatijih svetskih proizvođača koji već dugi niz godina diktiraju pravce budućeg razvoja u ovoj oblasti a u vezi sa sistemskom podrškom procesu održavanja proizvodne opreme. Osim predviđanja najpoznatijih svetskih proizvođača, neophodno je uzeti u razmatranje i druge tzv. "futuribilne" – promenjive u vezi s tim, s obzirom na ozbiljnost pristupa analizi i uobličavanju budućih trendova u kreiranju novih strategija dijagnosticiranja kao osnove efikasnog održavanja a s ciljem provođenja sistemske podrške u procesu održavanja.

Summary: In a larger number of company, special in metal industry is located very complex, dissimilar and expensive manufacturing equipment, whose maintenance is by crucial account for successful perform a system in whole. Initiation of computer system in process of maintenance, we can expect a raise of management level by their technical characteristic, and it is in direct depend whit economy-finance results witch come from realization a material product assignment to the market. Knowing a technical state manufacturing equipment, we setting up a condition for system assistance for predicting their behavior in future which can be successfully execute which help of computer and adequate software, who can assure information in right time whose are necessary for optimal management with time, human resource, material, etc.

LITERATURA

- [1] Soldat, D., Efikasnost održavanja, KIZ "Altera", Beograd, 1993.
- [2] Adamović, Ž., Tehnologija održavanja, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 1998.
- [3] Milačić, V., Tehnička kibernetika, Mašinski fakultet, Beograd, 1979.
- [4] Jovanović, D., Organizacija održavanja mašina, Mašinski fakultet, Beograd, 1984.



D. Stošić, B. Babić, R. Ivanović, M. Popović¹

TRANSFORMISANJE POSTOJEĆEG CAPP SISTEMA ZA VIŠEKORISNIČKO OKRUŽENJE

Abstrakt: Planiranje savremene proizvodnje mora biti fleksibilno i adaptivno, uz zadovoljenje zahteva kupaca po pitanju kvaliteta i funkcionalnosti izrađenih delova. Aktuelno je i sve izraženije skraćivanje perioda razvoja i proizvodnje novih proizvoda. Količina informacija koje se pri tom obrađuju je u stalnom porastu. U skladu sa tim treba prilagođavati i sisteme za projektovanje tehnoloških procesa primenom računara, kao sastavnog dela sveobuhvatnog informacionog sistema jednog preduzeća. U radu je data analiza mogućnosti daljeg unapređenja postojećeg sistema za projektovanje tehnologije na principima grupne tehnologije.

Ključne reči: Sistem za projektovanje tehnologije primenom računara, klijent-server, internet

1. UVOD

Planiranje savremene proizvodnje mora biti fleksibilno i adaptivno. U realnom vremenu je potrebno rešiti probleme koji se pojavljuju tokom proizvodnje i prilagoditi proizvodne procese trenutnoj situaciji. Istovremeno je potrebno zadovoljiti zahteve kupca po pitanju kvaliteta i funkcionalnosti izrađenih delova. Aktuelno je i sve izraženije skraćivanje perioda razvoja i proizvodnje novih proizvoda individualno prilagođenih krajnjem korisniku. Tako se danas sve manje govori o masovnoj proizvodnji, a sve više o masovnom prilagođavanju proizvodnje. Količina informacija koje se obrađuju je u stalnom porastu, što zahteva primenu sveobuhvatnih sistema za upravljanje resursima preduzeća (ERP sistemi – Enterprise Resource Planning systems). Ovakvi sistemi vrše informaciono sjedinjavanje svih aktivnosti preduzeća, uključujući i planiranje proizvodnje. U delu sistema za planiranje proizvodnje postoji podsistem za projektovanje tehnoloških procesa, u kom se generišu informacije neophodne za izradu delova.

Razvijanje jednog podsistema za projektovanje tehnoloških procesa podrazumeva njegovo prilagođavanje potrebama preduzeća koje bi ga koristilo, usaglašavanje sa postojećim informacionim sistemom i njihovo povezivanje. Kao što postoje mnogi proizvodi iste namene, a različitih mogućnosti, tako postoji i mnogo alata za projektovanje sistema za zadovoljenje različitih potreba i aktivnosti preduzeća (u različitom stepenu). Ne postoji idealan softver za sve potrebe svih firmi.

U odabiru vrste sistema, koji će se razvijati, učestvuju nekoliko bitnih faktora. Moraju se sagledati podaci (i vrsta i količina) kojima se manipuliše, kao i "količina" pristupa podacima, odn. broj ljudi koji jednovremeno zahteva te podatke. Zatim je potrebno uzeti u obzir računarski hardver prisutan u firmi (generacijski i brzinski), postojeći mrežni sistem u firmi, raspoloživ kadar za održavanje softvera (umeće kadra i raspoloživost tokom dana), kao i budžet za pravljenje i održavanje sistema, itd.. Pored navedenih opštih faktora, postoje i specifični zahtevi korisnika, koji mogu predodrediti vrstu razvijanog sistema.

U zavisnosti od definisanih ulaznih parametara bira se varijanta sistema prilagođena zahtevima. Arhitektura baze podataka koja bi se koristila se određuje prema nekoliko kriterijuma. Prvi i možda najbitniji je gde su podaci, a gde je upravljački sistem baze podataka. Zatim imamo kriterijum gde se korisnički program izvršava? Bitno je i gde je primenjena logika aplikacije?

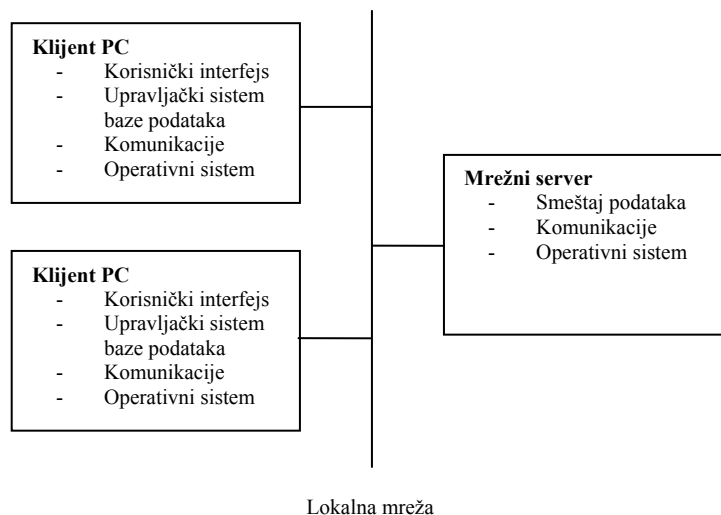
2. MOGUĆA UNAPREĐENJA

Slučaj male firme sa pojedinačnim jednovremenim korišćenjem softvera predodređuje samostalni sistem. Obično se sastoji od fajlova sa podacima fizički smeštenim na hard-disku PCa i pratećih programa koji pristupaju podacima. Program se izvršava na samom PCu i direktno pristupa bazi, koja može imati

¹ Dejan Stošić, dipl. maš. inž., dstosic@mas.bg.ac.yu; prof. dr Bojan Babić, bbabic@mas.bg.ac.yu; mr Radomir Ivanović, rivanovic@mas.bg.ac.yu; mr Mihajlo Popović, mpopovic@mas.bg.ac.yu; Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra za proizvodno mašinstvo

stotine hiljada zapisa. U ovom slučaju, sama aplikacija predstavlja ujedno i upravljački sistem baze podataka. Sama logika je smeštena u aplikaciji na PCu. Prednosti ovakve baze su brzo izvršavanje zadataka, laka zaštita podataka i stabilnost aplikacije. Nedostaci ovakvog rešenja su kasnija nemogućnost povećanja broja korisnika bez promene okruženja u kojem je razvijena baza. Kod varijantnog CAPP sistema, kakav je predstavljen na ranijem JUPITERu [1], javlja se problem popunjavanja baze razrađenim tehnološkim postupcima/procesima, jer je moguće koristiti samo jedan PC. Kod ovakvih sistema nije potreban poseban čovek za održavanje sistema, a cena samih sistema nije velika.

Firme sa brojnijim jednovremenim korišćenjem softvera imaju nekoliko opcija. Jedna od njih je razvoj fajl server arhitekture (sistema radnih grupa). Baze ovakvih sistema mogu imati par miliona zapisa. Oprema se sastoji od PC računara i jednog mrežnog servera koji opslužuje PCe informacijama preko lokalne mreže. Ovi sistemi zahtevaju par desetina sati mesečnog održavanja od strane kvalifikovanog kadra. Sistem se koristi od strane grupa odeljenja unutar većih preduzeća. Često ovi sistemi proizilaze iz samostalnih sistema, njihovim proširenjem na više korisnika. MS Access je često korišćen softverski alat u ovoj varijanti sistema. Njegova specifičnost je korišćenje MS Access-a kao klijenta na PCima (sa kopijama korisničkog programa), a MS SQL Servera kao centralnog servera sa podacima. Svi korisnici ovakvog sistema oslanjaju se na samo jednu kopiju centralne baze podataka. Aplikacija predstavlja ujedno i upravljački sistem baze podataka. Prednosti ovakvih sistema se ogledaju u mogućnosti njihovog kreiranja za relativno kratki vremenski period, sposobnosti sistema da deli podatke između nekoliko korisnika (ograničena je ova sposobnost) i ceni smeštanja podataka, koja se deli na korisnike. Mana je ograničena sposobnost deljenja podataka između korisnika.

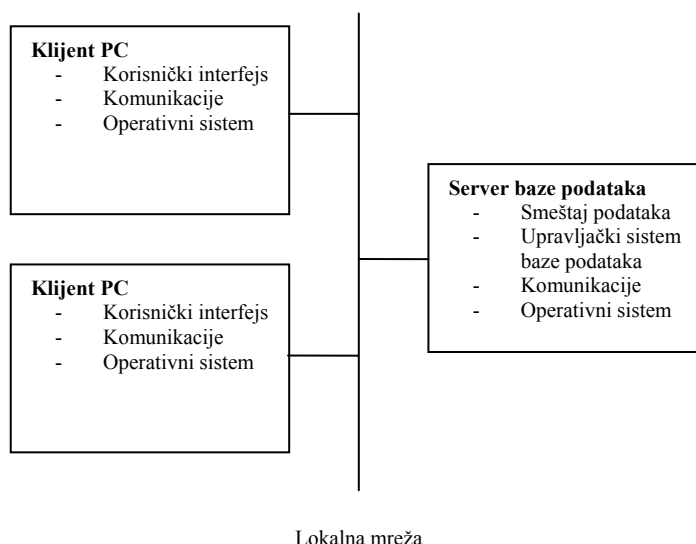


Slika 1. Arhitektura sistema sa podelom podataka između klijenata

Druga opcija za zahtev većeg broja jednovremenih pristupa sistemu je dvoslojna klijent-server arhitektura. U zavisnosti od sistema, može raspolagati višemilionskim zapisima. Desktop računari su na korisničkoj strani, dok se na serverskoj strani nalazi jedan ili više server-računara. Ovakvo rešenje je do desetak puta skuplje od sistema radnih grupa i zahteva kvalifikovanog zaposlenog programera za održavanje sistema. Ovakva arhitektura se obično sastoji od Windows aplikacija na korisničkoj strani i serverske baze, obično pravljene u Oracle-u, Informix-u ili MS SQL-u (u novije vreme). Preko mreže, koristeći SQL, uspostavlja se komunikacija između servera i korisničke aplikacije. Server preuzima nadležnost nad manipulisanjem podacima, dok se logika aplikacije i korisnička aplikacija nalaze na računaru klijenta. Ograničenje ovakvog sistema se vidi kad postoji jednovremeni pristup od 100 do 150 korisnika. Pošto je logika aplikacije smeštena na računaru klijenta, velika količina podataka cirkuliše mrežom između servera i klijenta, da bi bila obrađena. Iako je ova arhitektura izrazito zahtevna po pitanju mrežne opreme, za mala i srednja preduzeća je još uvek prihvatljivo rešenje.

Jedna varijanta dvoslojne arhitekture je internet orijentisana dvoslojna arhitektura. Ovakve aplikacije zahtevaju prilagođavanje programa za pregled internet strana (Netscape Navigator (NN), Internet Explorer (IE), itd.) da bi mogli da pristupaju aplikacijama smeštenim na udaljenim Web serverima. Web serveri zatim pristupaju bazi podataka na zahtev korisnika. Prednosti ovakvih sistema se ogledaju u pristupanju korisnika preko standardnih programa za pregled internet strana, umesto posebno razvijanih programa za korisnika.

Tako ne mora da se distribuira softver klijentima, kako bi oni mogli da pristupe bazi, već im je to omogućeno sa bilo kojeg računara povezanog na Internet. Mane se ogledaju u ograničenom načinu prikaza podataka i grafike na ekranu ili štampanja iz IE ili NN, što zahteva dodatno programersko angažovanje radi prevazilaženja tih problema. Server mora biti robustan i snažan, jer se na strani klijenta ništa ne obrađuje, već je sve u njegovoj nadležnosti. Za razliku od obične dvoslojne arhitekture sa 100 korisnika, gde 100 desktop računara učestvuje u procesiranju podataka, kod internet orijentisane dvoslojne arhitekture svo procesiranje obavlja server.

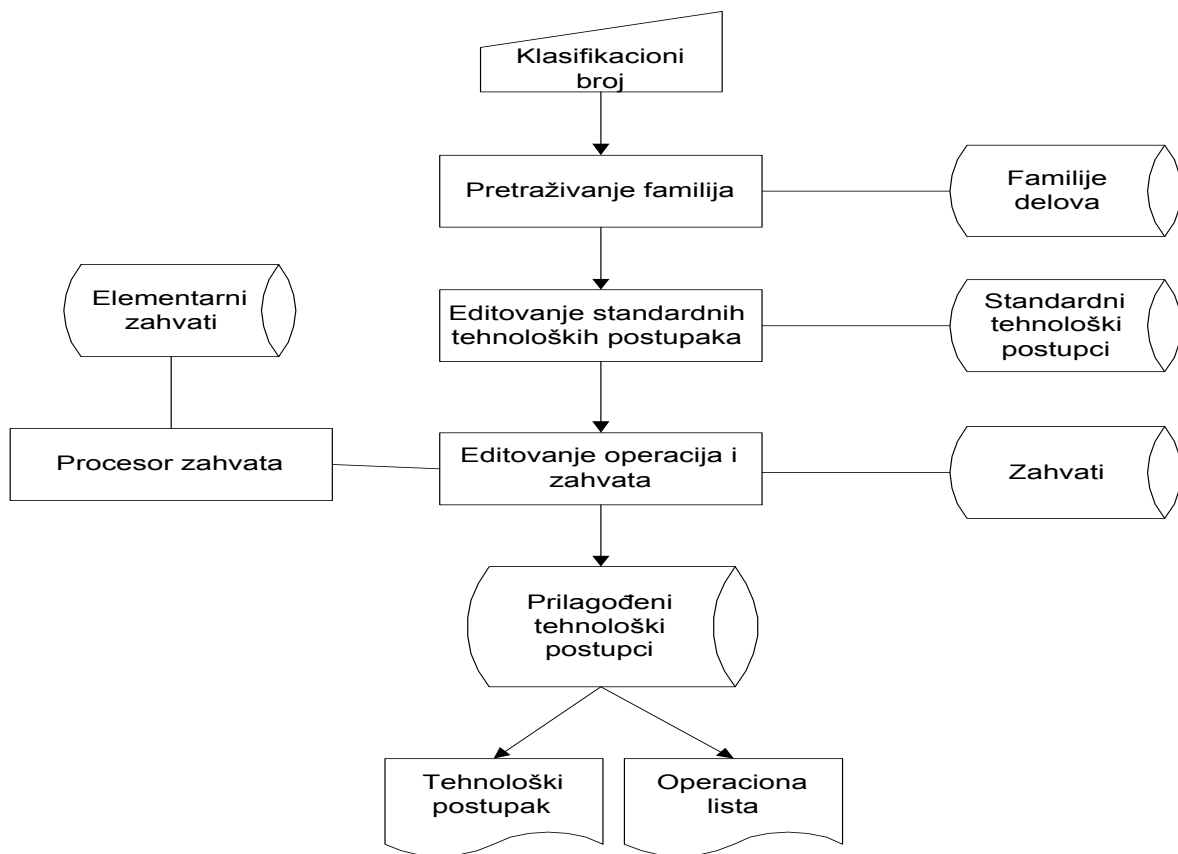


Slika 2. Dvoslojna klijent-server arhitektura

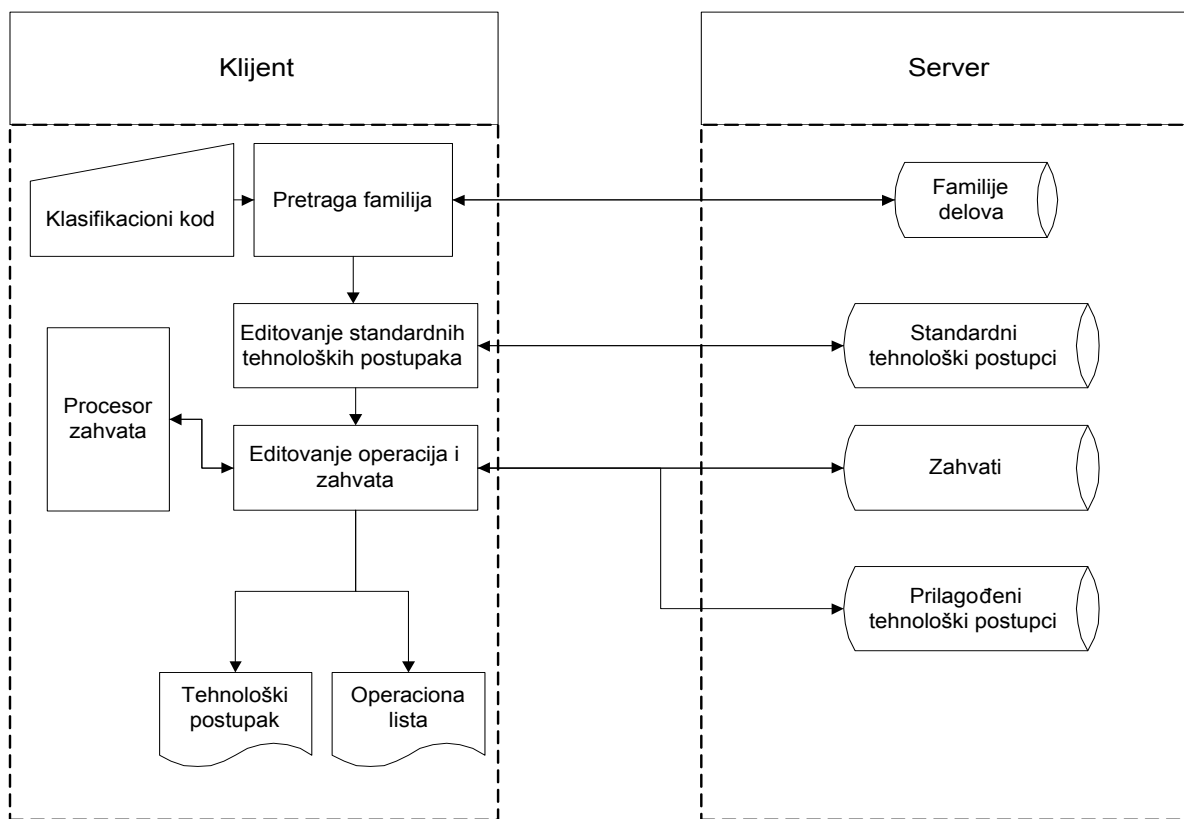
Najsavremenija arhitektura danas je višeslojna arhitektura, bez ograničenja po pitanju broja jednovremenih korisnika, niti po pitanju količine podataka koji se smeštaju i koriste. Zahtevi hardvera su desktop računari na strani klijenta i mnogostruke servere. Za održavanje su potrebni stalno zaposleni programeri. Višeslojne arhitekture su razvijane na bazi dvoslojne arhitekture, uvođenjem srednjih slojeva između klijenta i servera. Srednji sloj se obično naziva i poslovni (business) sloj jer je tu smeštena logika sistema. Srednji sloj omogućava "pomeranje" i preuzimanje logike procesiranja sa servera baze podataka i sa klijent-aplikacije na treći (srednji) sloj. Pomeranjem logike aplikacije u srednji sloj omogućava razdeljivanje ove logike na manje komponente. Ove komponente mogu upravljati (preko npr. MS Transaction Servera) deljenjem procesiranja na više zasebnih računara. Razmere ovakve primene su neograničene. Višeslojne arhitekture se mogu primeniti na mnogo načina sa različitim nivoom složenosti. Klijent se može sastojati od programa za pregled internet strana ili odgovarajuće isprogramirane aplikacije, srednji sloj se može napisati u programskom jeziku C, Java ili nekom drugom. Takođe postoji niz rešenja za samu bazu podataka (na serveru). Mnoge razvijene aplikacije koriste internet orijentisanu višeslojnu arhitekturu. Ovaj model koristi prednosti klijent-server arhitekture sa prednostima neograničenih mogućnosti korisničkog interaktivnog rada u internet orijentisanim aplikacijama. Ovakvi sistemi su složeni za pravljenje i održavanje, ali je rezultat uspešnog pravljenja sistem sposoban da obradi najveći mogući obim razmene podataka danas.

3. POSTOJEĆI SOFTVER

Svaka od ovih varijanti modeliranja sistema je uspešna ako se primenjuje u odgovarajućem okruženju. Da bi se napravio dobar izbor, potrebno je uzeti u obzir što više značajnih činilaca za rad projektovanog sistema. Ranije pominjani softver za projektovanje tehnologije je raden u softverskom okruženju MS Access 2000 i predstavlja tipičnu samostalnu aplikaciju sa mogućnošću opsluživanja jednog korisnika. Zbog potrebe povećanja broja jednovremenih korisnika (kako za popunu postojećih tehnoloških postupaka, tako i za korišćenje popunjenih), povećanja veličine same baze, eventualne potrebe za kasnije povezivanje baze sa internetom i potrebe za povećanom sigurnošću podataka, postojeća baza se mora redizajnirati i "preseliti" u drugo okruženje, prirodno i najbliže u MS SQL Server. Proces prelaska sa MS Accessa u MS SQL Server prati premeštanje određenog dela ili svih podataka i definicija podataka na serveru. Bitno je odrediti kakvo će biti međusobno dejstvo sa podacima na serveru.



Slika 3. Arhitektura projektovanog sistema



Slika 4. Prilagođena dvoslojna klijent-server arhitektura postojećeg sistema

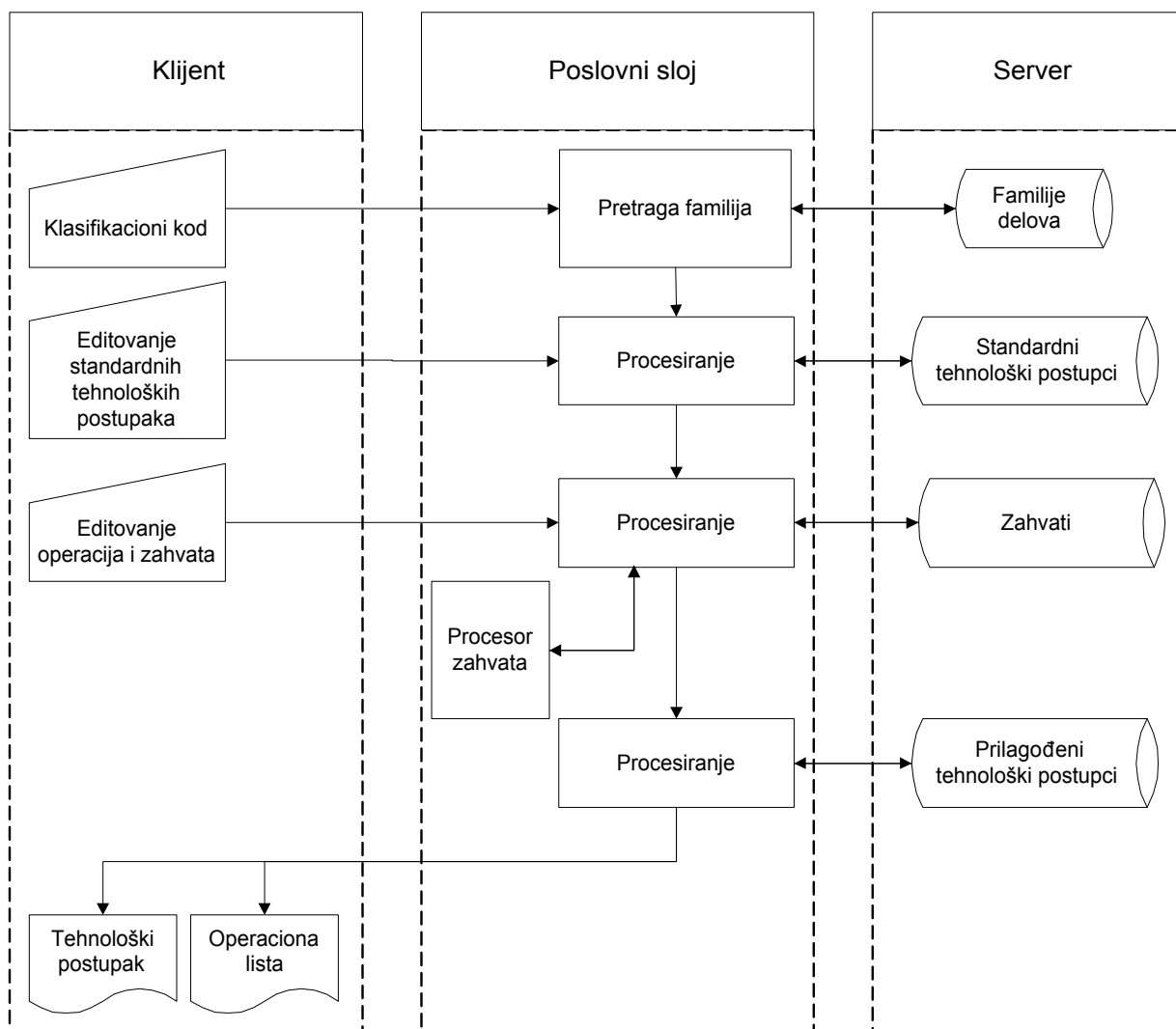
Jedna varijanta je pominjana dvoslojna arhitektura. U ovoj varijanti se mogu povezati tabele na serveru sa lokalnim tabelama u MS Accessu uz korišćenje postojećih objekata baze u Accessu (upita, formi, izveštaja, modula VBA i makroa) kao u varijanti jednog korisnika. U ovakvoj aplikaciji server preko SQL

Servera smešta (snima) podatke, a kopije su smeštene u Accessu, na korisničkim računarima. Upiti se izvršavaju na korisničkim računarima, a sve forme i izveštaji (uz module i makroe) su deo interfejsa sa korisnikom. Tabele definisane na serveru se ne mogu redefinisati iz Accessa (sa korisničke strane). Prednost ove varijante je u niskim troškovima prelaska, jer nije potrebno modifikovati objekte predstavljene korisniku. Korisnici nastavljaju komunikaciju sa poznatim interfejsom, a SQL Server omogućava centralizovano skladištenje podataka, pravljenje rezervnih kopija, višekorisničko okruženje, primenu integrisanog sigurnosnog modela, itd. Najveća mana ove varijante je to što se upiti i dalje obrađuju lokalno i što je velika količina podataka koji se razmenjuju preko mreže.

Druga varijanta je kreiranje klijent-server aplikacije. To je u MS Access 2000 omogućeno preko Microsoft Access Projecta, uz novi tip izlaznog Access fajla ekstenzije .adp, osmišljenog kao klijent-server aplikacija. U ovoj varijanti se komunikacija između klijenta i servera vrši kroz arhitekturu OLE DB komponente koje su stvorene tako da omoguće efikasnu komunikaciju klijent-server. Sve tabele i upiti su smešteni na serveru. Na strani korisnika se smeštaju samo programirani objekti – forme, izveštaji, moduli i makroi. Najvećim delom se procesiranje podataka vrši na serveru, a samo obrađeni podaci se šalju klijentu, radi smanjenja količine podataka koji se razmenjuju preko mreže.

Postoji i varijanta kreiranja zasebne aplikacije u MS VB (Visual Basic), ASP (Active server pages) ili nekom drugom okruženju, gde se ne bi premeštala logika aplikacije i korisnički interfejs, ali zahteva specifična znanja vezana za baze podataka odgovarajućih okruženja.

Sama procedura prebacivanja se sastoji iz tri koraka: kreiranje radne verzije aplikacije u SQL Serveru, optimizacija aplikacije za klijent-server arhitekturu i optimizacija strukture podataka u SQLu, na serveru. Alati koji se koriste za prevođenje postojeće baze u klijent-server varijantu su ili Accessov UpSizing Wizard ili SQL Server Tools (kao npr. Data Transformation Services – DTS ili SQL Query Analyzer, itd.). Najčešće se alati oba softvera koriste zajedno – prvi da se izvrši prebacivanje podataka, definicija i dr. , a



Slika 5. Prilagođena troslojna klijent-server arhitektura postojećeg sistema

drugi za fino podešavanje (imaju bolju mogućnost podešavanja procesa prebacivanja i analiziranja, ali su vremenski dosta zahtevnija). Kada se prebacuju upiti, najbolje je pretvoriti ih u jednu od formi: snimljene procedue, virtuelne tabele ili korisnički definisane funkcije. Snimljene procedure predstavljaju optimizirane i prevedene TransactSQL izraze koji: mogu biti pozivani od različitih programa, mogu pozivati druge snimljene procedure i prihvatati ulazne promenljive. Virtuelne tabele predstavljaju specifične kolone i redove iz jedne ili više tabela i omogućavaju kreiranje upita bez direktne primene komplikovanih veza između tabela. Ne podržavaju korišćenje parametara, niti sva moguća prilagođavanja upita kao u Accessu. Korisnički definisane funkcije su podprogrami TransactSQL logike, koji mogu biti pozivani od strane drugih TransactSQL izraza. Karakteristike su laka funkcionalnost sa logikom preuzetom iz Accessa. Prednosti pretvaranja upita u odgovarajuće forme su: modularnost, brzina izvođenja operacija, mogućnost primene mehanizama zaštite.

4. ZAKLJUČAK

Za svako dalje unapređenje je potrebno razvijati aplikaciju u novom okruženju. MS Access ima ograničenje veličine mdb fajla na 2Gb i ograničenje veličine zapisa od 2Kb. U praksi, brzina pristupa informacijama počinje da opada već na 25% od navedenih 2Gb. Tako se dolazi do pitanja zahteva i potreba postavljenih na početku. Kako se internet tehnologija ubrzano razvija, tako se i njena primena u procesu razvoja proizvoda povećava. Internet orijentisane klijent-server arhitekture predstavljaju zanimljivo rešenje za CAPP sisteme, posebno uzevši u obzir da se većina proizvođača ERP sistema okreću toj tehnologiji. Takvi sistemi se lako integrišu sa Internetom uz mogućnost funkcionisanja u lokalnoj Intranet mreži. Da bi se stvorio internet orijentisan sistem zahteva se primena XMLa (*eXtensible Markup Language*) za razmenu podataka među aplikacijama i prikazivanje tih informacija na internetu/intranetu. To je jedini način da se stvori sistem potpuno integrabilan u postojeće ERP sisteme, odn. da taj sistem ne predstavlja izolovano ostrvo automatizacije.

5. LITERATURA:

- [1] D. Stošić, B. Babić "Projektovanje tehnologije primenom računara - sistem razvijan na principima grupne tehnologije", Beograd, 2002.
- [2] Tamer Oszu, Patrice Valduries, "Principles of distributed database systems", Prentice Hall, New Jersey, 1999.
- [3] G.Q. Huang, K.L. Mak, "Design for manufacture and assembly on the internet", Computers in industry 38, 1999.
- [4] H.K. Tonshoff, P.O. Woelk, "Application of distributed artificial intelligence for integration of process planning and production control", CIRP Workshop, 2001
- [5] www.microsoft.com

Abstract: Process planning of contemporary manufacturing must be flexible and adaptive, aiming to satisfy needs of customers regarding quality and functionality of products. Modern trend is to shorten new products time-to-market. Amount of information processed during process planning is greatly increased. Thus, CAPP systems must be modified as parts of company's global information system. This paper provides information on analysis regarding further improving of computer aided process planning system based on group technology.

Keywords: CAPP, client-server, internet



V. Vukićević¹, V. Komadinić², V. Bošković³

PRILOG IZBORU KONCEPCIJA ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SISTEMA

Rezime

U radu je dat koncizan osvrt na koncepcije koje se primenjuju u procesu održavanja tehničkih sistema. Ukratko su prikazana njihova osnovna obeležja, uslovi primene i sažeti zaključci.

1. UVOD

Intenzivan progres u razvoju tehničkih sistema podstiče i stalno usavršavanje raznih koncepcija održavanja u cilju ostvarivanja poslovnih ciljeva preduzeća.

Zajednički cilj svih koncepcija održavanja ogleda se u stavu "održavati tehničke sisteme u takvom stanju da oni mogu raditi pouzdano, ekonomično i kvalitetno u predviđenom veku eksploatacije". Pravovremenost izvođenja potrebnih aktivnosti održavanja sa napred navedenim ciljem iziskuje prisustvo adekvatnog sistema planiranja i upravljanja održavanjem, visok nivo tehničko-tehnoloških znanja i odgovarajuću mernu i računarsku opremu.

U daljem tekstu su prikazane neke od značajnijih koncepcija održavanja sa posebnim osvrtom na koncepciju održavanja prema utvrđenom stanju.

2. KOREKTIVNO ODRŽAVANJE

Osnovni pristup ove najelegantnije koncepcije održavanja je da se tehnički sistem zadržava u eksploataciji sve dok mu projektovane radne karakteristike ne padnu ispod tolerisanih granica sa najčešćim ishodom – pojava kvara. Posle gubitka ovih karakteristika pristupa se aktivnostima održavanja u smislu otklanjanja kvara, a to su: otvaranje radnog naloga, dijagnostika kvara, formiranje plana rada, definisanje tehnoloških postupaka, obezbeđenje neophodnih resursa, izvođenje predviđenih radova, obračun troškova i stavljanje tehničkog sistema u eksploataciju.

Osnovno obeležje ove koncepcije sadrži se u stavu da se na tehničkom sistemu u periodu između dve korektivne intervencije izvode samo uobičajene aktivnosti kao što su čišćenje i podmazivanje.

Ova koncepcija održavanja primenjuje se u slučajevima kada:

- proizvodnja zbog nastalih tržišnih zahteva poprima kampanjski karakter u ograničenom vremenskom intervalu;
- primena planskog održavanja ugrožava ekonomičnost poslovanja;
- ne postoji uočljiva prednost planskog održavanja ukoliko bi se ono primenilo kao alternativa.

Za ovakav pristup održavanju pogodni su proizvodni pogoni sa diskretnim proizvodno-tehnološkim procesom i odgovarajućom strukturom tehničkih sistema.

Kod proizvodnje koja ima procesni karakter, primena koncepcije korektivnog održavanja opravdana je samo na onim tehničkim sistemima kod kojih ne bi svako isključivanje iz eksploatacije, zbog izvođenja radova korektivnog održavanja, rezultiralo višestrukim gubicima proizvodnje.

¹ Vladimir Vukićević, dipl.maš.ing., LOLA Institut, Beograd, Kneza Višeslava 70a

² Mr Velimir Komadinić, dipl.maš.ing., LOLA Institut, Beograd, Kneza Višeslava 70a

³ Vojkan Bošković, dipl.el.ing., RMS d.o.o., Sremska Mitrovica, Kralja Petra I 88

Rad je nastao kao deo projekta broj ETR.6.03.0126B finansiranog od strane MNT-a Republike Srbije

Pri razmatranju primene ove koncepcije održavanja posebno treba imati u vidu:

- mogućnost ugrožavanja bezbednosti rukovaoca tehničkih sistema;
- povećane troškove opravke tehničkog sistema proistekle iz serijski nastale havarije, a u odnosu na troškove blagovremene planske intervencije kojom bi se to sprečilo;
- specifičnost (karakter) proizvodnje i značaj poremećaja u harmoničnosti proizvodnog procesa;
- pojavu nastanka potreba za angažovanjem resursa održavanja u situacijama kada ima uskih "grla".

Prelazni oblik koncepcije korektivnog održavanja ka koncepciji planskog održavanja je "Oportunističko" održavanje. Po toj koncepciji predviđa se održavanje određenog tehničkog sistema po postavkama korektivnog održavanja sve do momenta kada se utvrdi da bi efikasnost održavanja u funkciji smanjenja frekvencije nastanka kvarova mogla biti povećana uvođenjem intervencija koje predviđa preventivno održavanje. Posmatrani tehnički sistem ili njegovi segmenti se nakon otklanjanja kvara, održavaju po koncepciji preventivnog održavanja, dok se svi ostali objekti održavanja održavaju na raniji način.

3. PREVENTIVNO-PLANSKO ODRŽAVANJE

Koncepcija Preventivno-planskog održavanja podrazumeva sistem mera kojima se ponavljanjem prema unapred utvrđenim terminima i planovima rada, uz prethodno definisane tehnološke postupke, direktno utiče na sprečavanje nastanka kvarova i tako održava radna sposobnost tehničkog sistema na projektovanom ili zadovoljavajućem nivou. Obim i struktura preventivno-planskih radova na održavanju tehničkih sistema zavisi od njihove tehnološko-funkcionalne složenosti i raspoloživih finansijskih resursa. Ne analizirajući ovaj kompleks pitanja i frekvenciju radova, osnovna obeležja aktivnosti u koncepciji preventivno-planskog održavanja su:

3.1 Preventivni pregledi, čišćenje i podmazivanje

Preventivni pregledi se izvode po prethodno utvrđenim terminima i tehnološkim postupcima rada, sa osnovnom namerom da se pravovremeno uoči nastajanje oštećenja i da se prati trend njegovog kretanja. Program radova preventivnih pregleda tehničkog sistema obuhvata: obilazak i posmatranje, proveru pritegnutosti i zaptivenosti spojeva, razna merenja, analizu i ocenjivanje stanja posmatranog tehničkog sistema. Ocenjujući mu tako fizičku istrošenost vitalnih komponenata, sagledava se njegova radna sposobnost u celini, pa se blagovremeno organizuju dalje planske ili vanplanske aktivnosti održavanja. Uobičajeno se ovakvi pregledi obavljaju za vreme normalnog rada tehničkog sistema.

Čišćenje kao preventivna aktivnost preduzima se na površinama tehničkog sistema koje su izložene zamašćivanju, zaprašivanju i drugim vidovima prljanja.

Podmazivanje podrazumeva preventivnu aktivnost sa sledećim sadržajem: čišćenje, odnosno ispiranje kliznih površina, razvodne instalacije i odgovarajućih agregata (pumpe, filteri, regulatori i dr.), zamena maziva, provera količine i stanja maziva, dolivanje maziva i provera valjanosti izbora usvojenog rasporeda mesta za podmazivanje i primenjenog sistema.

3.2 Kontrolni pregledi

Kontrolni pregledi su periodična ispitivanja određenih tehničkih sistema (sudovi pod pritiskom, dizalice, teretni liftovi, transportni uređaji, kompresori, kompresorske stanice i dr.), zatim merenja mikro klime u radnim prostorijama, buke i vibracija i dr., a sa ciljem utvrđivanja:

- stepena tehničke zaštite, odnosno bezbednosti pri korišćenju tehničkih sistema za bližu i širu okolinu;
- stepena očuvanosti tehničko-tehnoloških performansi tehničkog sistema.

Kontrolni pregledi se uobičajeno izvode prema važećim standardima ili zakonskim propisima, a izvode ih ovlašćene specijalizovane institucije. Ove preglede treba razlikovati od pregleda u cilju utvrđivanja stanja, jer imaju normativni karakter.

3.3 Planske popravke

Izvođenje planskih popravki ima za cilj popravku ili zamenu istrošenih delova, sklopova ili uređaja na posmatranom tehničkom sistemu. Prema obimu radova, koji proističe iz različitog veka trajanja pojedinih sastavnih komponenti, planske popravke se uobičajeno dele na: male, srednje i generalne.

Mala popravka obuhvata pregled najvitalnijih komponenti, zamenu dotrajalih, kao i funkcionalnu regulaciju istih. Pri ovom tehnički sistem se isključuje iz funkcije, ali se ne demontira sa svog temelja, a njegovo rastavljanje izvodi se do nivoa agregatnih celina. Posebno je značajno da se tokom izvođenja ove popravke iskoristi prilika za sticanje uvida u kompletno stanje tehničkog sistema, što je od velikog značaja za pripremu sledeće planske aktivnosti.

Srednja popravka obuhvata širi obim zahvata. Posmatrani tehnički sistem se skida sa temelja (ako se ne radi o velikim gabaritima i težinama) i prenosi u remontnu radionicu gde se obavljaju sledeće aktivnosti: dijagnostika tehničkog stanja, demontaža sastavnih celina do nivoa komponenti, pranje i čišćenje rastavljenih celina, regeneracija oštećenih celina, zamena dotrajalih delova, montaža sastavnih celina sistema, funkcionalna regulacija. Završna aktivnost je instaliranje tehničkog sistema u proizvodnju, provera funkcionalnosti i primopredaja za normalnu eksploataciju.

Generalna popravka predstavlja najviši nivo regeneracije tehničkog sistema. Ona se izvodi u cilju obnavljanja, tj. vraćanja izgubljene radne sposobnosti na približno projektovani nivo. U ovom slučaju kompletna demontaža prethodi svim aktivnostima karakterističnim za srednje popravke, ali se sada one izvode mnogo detaljnije i to do nivoa najelementarnijih celina i delova. Ovde se realizuje isti skup aktivnosti kao kod srednje popravke, ali su one obimnije i detaljnije.

Osnovni cilj pri realizaciji planskih popravki je da se one izvedu što racionalnije. Posebno se ističe zahtev u definisanju broja planskih popravki u određenim vremenskim intervalima, zatim u trajanju njihovog izvođenja i troškovima. Obim planske popravke može se definisati i na osnovu raznih karakterističnih merenja i izvođenja zaključaka o konkretnom stanju posmatranog tehničkog sistema. Takav pristup se već niz godina primenjuje i u našim uslovima, a posebno u procesnoj industriji, hidroelektranama i termoelektranama i predstavlja koristan doprinos racionalizaciji preventivnog održavanja.

4. ODRŽAVANJE PREMA UTVRĐENOM STANJU

Ova koncepcija predstavlja usavršeni oblik preventivnog održavanja, čija strategija donošenja odluka o izvođenju radova održavanja počiva na periodičnoj ili kontinualnoj kontroli tehničkog stanja nekog sistema u eksploataciji. Pri tom je neophodno ispravno definisati izbor karakterističnih fizičkih veličina koje verno opisuju ponašanje tehničkog sistema u eksploataciji. Periodičnim ili kontinualnim praćenjem odabranih veličina i njihovim upoređivanjem sa određenim referentnim vrednostima, dolazi se do zaključaka za preduzimanje odgovarajućih aktivnosti: nesmetani nastavak rada tehničkog sistema; nastavak rada tehničkog sistema uz preduzimanje priprema za izvršenje opravke određenog sadržaja prema najpogodnijem terminu; momentalno isključivanje sistema iz eksploatacije i sl.

Stepen složenosti razvijenih strategija danas kreće se od pojednostavljeno postavljenih, pa do razvijenih ekspertnih sistema.

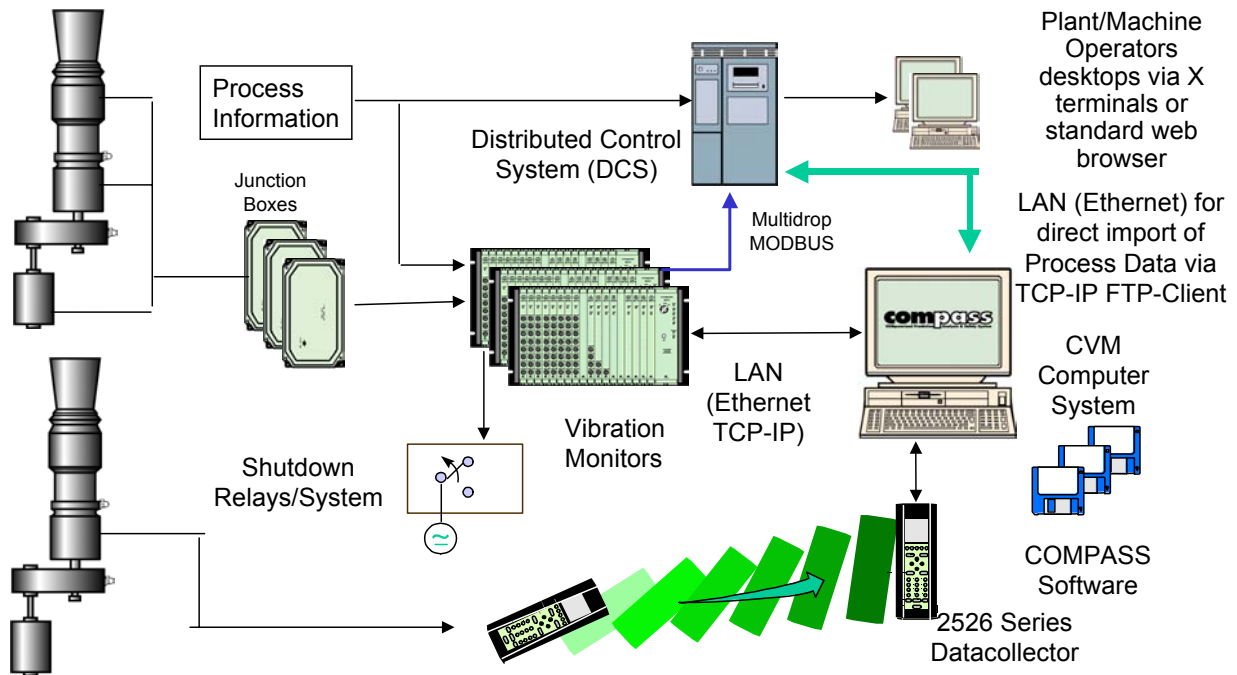
Najjednostavniji je periodični manuelni pristup baziran na povremenim merenjima i prenosivoj opremi spregnutoj u "off line" postupku sa računarom i pratećim softverima za analizu rezultata merenja. Do sada je kod nas ovo najčešće primenjivani pristup, što je posledica malih finansijskih ulaganja zadnjih 15 godina u obnavljanje tehnološke opreme.

Na višem nivou je sistem sa kontinualnim praćenjem stanja tehničkog sistema u kome se u "on-line" postupku obavlja stalna analiza mernih signala i njihovo poređenje sa unetim graničnim vrednostima uz generisanje različite vrste alarma i automatskog isključenja iz eksploatacije. Nešto prostija varijanta razlikuje se u tome što se sistem aktivira samo u unapred programiranim intervalima vremena. Danas u svetu postoji više komercijalnih rešenja za ovakve sisteme, a na sl.1. predstavljen je jedan koncept sistema za vibracioni nadzor od vodeće svetske firme "Bruell & Kjaer".

U koncipiranju i sprovođenju rešenja *sistema održavanja prema utvrđenom stanju* treba dati odgovore na sledeća važnija pitanja:

- kakav profil kadrova izabrati u radni tim za postavljanje i sprovođenje ovakvog sistema;
- koje tehničke sisteme, postrojenja, uređaje i komponente, s obzirom na svoje mesto i značaj u lancu tehnološkog procesa treba pratiti;
- koje su to fizičke veličine karakteristične za verno opisivanje ponašanja pojedinih tehničkih sistema u eksploataciji;

- koja su to merna mesta i merni pravci za merenje pojedinih fizičkih veličina na posmatranom tehničkom sistemu;
- koji su to nivoi graničnih vrednosti praćenih fizičkih veličina na posmatranim tehničkim sistemima, a na osnovu kojih se uključuje alarm ili automatski isključuje tehnički sistem iz eksploatacije;
- postojanje adekvatnog sistema upravljanja održavanjem koji obuhvata sve potrebne funkcije poslovanja;
- odgovarajuća organizaciona rešenja, koja prate ovakav vid koncepcije održavanja.



Slika 1.

Na efikasnost postavljenog sistema održavanja prema utvrđenom stanju ima izuzetan uticaj izbor nivoa graničnih vrednosti pojedinih fizičkih veličina za uključivanje alarma i automatsko isključivanje tehničkog sistema iz eksploatacije. Pri definisanju nivoa graničnih vrednosti pojedinih fizičkih veličina pre svega treba imati u vidu:

- odgovarajuće usvojene standarde;
- norme: DIN, VDI, API itd.;
- preporuke proizvođača postrojenja, uređaja, komponenti;
- preporuke i dijagrame date od strane proizvođača merne opreme;
- sopstveno iskustvo kod sličnih postrojenja, uređaja, komponenti;
- iskustvo drugih korisnika takvih ili sličnih postrojenja, uređaja, komponenti kod nas i u svetu.

Izuzetan uticaj na efikasnost ovakvog sistema ima i adekvatna analiza nakon značajnog porasta nivoa praćenih veličina na nekom tehničkom sistemu i identifikacija potencionalnih uzročnika. Rešenje ovakvih problema često zahteva specijalizovana znanja, te je u tim situacijama opravdano angažovanje adekvatnih institucija.

Od posebnog značaja je i izvođenje garancijskih merenja na značajnim tehničkim sistemima, koja se izvode nakon njihovog instaliranja ili generalne popravke, a koja omogućavaju formiranje početnog zaključka o njihovom kvalitetu, kao i poređenje tih nivoa izmerenih karakterističnih veličina sa nivoima u toku eksploatacije.

Naravno ne treba zaboraviti na značaj istorijata pojedinih tehničkih sistema u kojima su akumulirani svi bitni podaci i zaključci o njihovom dotadašnjem ponašanju u eksploataciji.

5. ZAKLJUČAK

Koncepcija korektivnog održavanja je prevaziđena, ali njena primena biće i dalje prisutna kod proizvodnih pogona sa diskretnim proizvodno-tehnološkim procesom.

Koncepcija Preventivno-planskog održavanja podrazumeva sistem mera kojima se ponavljanjem prema unapred utvrđenim terminima direktno utiče na sprečavanje nastanka kvarova i tako održava radna sposobnost tehničkog sistema na zadovoljavajućem nivou. Poboľšan vid ove koncepcije oĝleda se u preciznijem određivanju termina planske popravke, a na osnovu karakterističnih merenja i izvođenja zaključaka o konkretnom stanju posmatranog tehničkog sistema.

Koncepcija održavanja prema utvrđenom stanju predstavlja usavršeni oblik preventivnog održavanja, čija strategija donošenja odluka o izvođenju radova održavanja počiva na periodičnoj ili kontinualnoj kontroli tehničkog stanja nekog sistema u eksploataciji. Njena implementacija zahteva složene aktivnosti i značajna finansijska ulaganja, ali se kasnije troškovi održavanja svode na nivo koji opravdava uložena sredstva.

6. LITERATURA

- [1] De Ruijter J.A.F.; Schaafsma C.T.; Laagland G.H.M; Condition monitoring of thermal power plants; PowerGen Europe 1995., Amsterdam.
- [2] A. Sorli; K. Langnes; G. Laagland; M. Hastings; Performance monitoring on the Asgard "A" FPSO as part of an integrated monitoring strategy, ASME TURBO EXPO ,2002, Amsterdam.
- [3] "Bruel & Kjaer" dokumentacija.
- [4] Vukićević V., Dragović M.; Neka iskustva Instituta IAMA u postavljanju i razvijanju sistema planiranja i upravljanja održavanjem, III sipozijum UPOS -"83", Zagreb, 1983.
- [5] Vukićević V.; Metode i instrumentacija za dijagnostiku postrojenja i uređaja na osnovu praćenja termičkog stanja, IV majski skup održavalaca sredstava za rad, Cetinje,1984.g.

THE REGARD ON THE CHOICE CONCEPTIONS OF TECHNICAL SYSTEMS MAINTENANCE

Summary

In this paper is shown the wiew to applicable concepts in maintenance process of technical systems. It is shown, shortly, their basic features, conditions of the application and conclusions.

30. JUPITER KONFERENCIJA
30th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



10. simpozijum

MENADŽMENT KVALITETOM

Beograd, april 2004..

MENADŽMENT KVALITETOM **QUALITY**

DIMITRIJEVIĆ, P., VUČIĆEVIĆ, M., RADOJEVIĆ, M. Kvalitet projekta sa aspekta sigurnosti funkcionisanja.....	5.10
JOVIŠEVIĆ, V. Uklanjanje tehničkih barijera za izvoz proizvoda.....	5.14
MAJSTOROVIĆ, V. Prilog razvoju modela integrisanog menadžment sistema.....	5.1
NEŠIĆ, N., MAJSTOROVIĆ, V. Predstavljanje tolerancija u STEP modelu proizvoda.....	5.20
TESLIĆ ALEKSIĆ, M. Pravci razvoja tahografa sa aspekta pouzdanosti.....	5.26
VELJIĆ, M., ŽIVKOVIĆ, D. Sistem kvaliteta u održavanju hidraulike žitnog kombajna	5.30
VUKAS, S. Prošlo je pet godina od sertifikacije sistema kvaliteta, gde smo i šta dalje	5.34

[**← NAZAD**](#)



PRILOG RAZVOJU MODELA INTEGRISANOG MENADŽMENT SISTEMA
APPROACH OF DEVELOPMENT MODEL FOR INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM

Prof. dr Vidosav D. MAJSTORVIĆ, dipl.maš.inž.
Mašinski fakultet, Beograd

Rezime: *Procesi poslovne standardizacije (menadžment) infrastrukture organizacija se sve više šire. U oblasti kvaliteta je ovo posebno izraženo, gde posle QMS, EMS, OHSAS, RM i nekih drugih, danas se sve više govori o potrebi razvoja standarda za integrisane menadžment sisteme (IMS). Širom sveta se vrše istraživanja na razvoju modela IMS a iz Engleske već stiže prvi model za ovu oblast. Ovaj rad daje analizu do sada razvijenih standarda i koncepata za menadžment sisteme u poslovnom sistemu, odakle se može zaključiti da ih je najviše za menadžment kvalitetom u različitim aspektima. Drugi deo rada prikazuje jedan model IMS-a.*

Ključne reči: *Standardizacija, Menadžment, Integracija.*

1. UVODNE NAPOMENE

Unapređenje poslovanja se kreće u pravcu primene novih tehnologija, zasnovanih na primeni računara i veštačke inteligencije kao i standardizaciji poslovnih procesa i procedura za njih. Na ovaj način se stvaraju systemske osnove za generisanje i unapređenje intelektualnog kapitala organizacije. Zadnjih decenija prošlog veka, kao i na početku ovog veka, poslovna standardizacija se intezivno razvija za oblast menadžmenta kvalitetom. Međutim, istraživanja već pokazuju da se obim poslovne standardizacije mora širiti i na ostale menadžment sisteme u organizaciji. Zbog toga se sve više govori o standardima za integrisane menadžment sisteme (IMS), koji treba da doprinesu da se kontinualno inovirani proizvodi plasiraju na tržište sa što nižom cenom. Polazeći od ovih trendova, ovde se daje detaljna analiza ovih prilaza, sa posebnim naglaskom na razvoj modela za IMS a ovaj rad podržavaju reference [1- 6].

2. STANDARDI I KONCEPTI ZA MENADŽMENT SISTEME

Kada se pažljivo analizira poslovna standardizacija može se zaključiti da se u organizacijama širom sveta primenjuju pojedinačno i / ili zajedno, veći broj standarda i koncepata za različite menadžment sisteme. Analiza pokazuje da ih je najviše razvijeno i primenjeno u oblasti menadžmenta kvalitetom. Ovde se može konstatovati da je model QS / QMS bio osnova za razvoj velikog broja ostalih modela. Daje se njihova kratka analiza, a ona obuhvata dvadesetpet standarda ili koncepata.

ISO 9000 je serija standarda za menadžment sistema kvaliteta, izdata od ISO organizacije koja ima 132 članice nacionalnih tela za standardizaciju. ISO 9000 serija standarda, odnosno njegov model za sertifikaciju – QMS (ISO 9001:2000), nije standard za proizvod/uslugu, ali se odnosi na procese (sistem) koji ih kreiraju. Njihov karakter je generički, tako da se mogu koristiti u celokupnoj svetskoj privredi. Izdati su 1987. godine, dopunjeni 1994.godine a značajno izmenjeni 2000-te godine. Najvažnije karakteristike modela ISO 9001 : 2000 su: njegova procesna struktura, koja je daleko više generička od modela sa 20 elemenata ISO 9001 iz 1994. godine, PDCA ciklus kontinualnih unapređenja, koji se takođe koristi i u ISO 14000, kao i njihovo prilagođavanje

poslovnoj menadžment strukture širom organizacije. QMS je primenljiv u svim organizacijama koje žele da pokažu saglasnost da ispunjavaju zahteve kupca, za sve kategorije generičkih proizvoda: hardware, software, procesni materijali i usluge. Sertifikat za QMS organizaciji donosi koristi, zato što objektivno ocenjuje nivo efektivnosti uspostavljenog modela za menadžment kvalitetom. On takođe omogućuje organizaciji da u međunarodnim relacijama bude priznata kao pouzdan isporučilac.

ISO 14000 serija standarda je objavljena 1996. godine, kao globalni model za sistem menadžmeta životnom sredinom (EMS). Njegovom primenom organizacija obezbeđuje dokaz da se odgovorno ponaša prema životnoj sredini, odnosno da kontroliše i upravlja svim parametrima proizvodnog i tehnološkog procesa koji mogu narušiti uspostavljenje parametre zaštite okoline. EMS takođe obezbeđuje saglasnost poslovanja sa međunarodnim zakonima i pravilima o zaštiti životne sredine, prevenciji hazardnih situacija, smanjenju otpada i kreiranju pozitivnog imidža organizacije u društvu. Organizacije se sertifikuju prema modelu ISO 14001, koji demonstrira dobru menadžment praksu u prevenciji zaštite životne sredine. Ova serija standarda podržava i ekološko obeležavanje, ocenu životnog veka proizvoda sa aspekta zaštite životne sredine, ekološke aspekte standarda proizvoda i ocenu ekoloških performansi.

QS-9000 standard je izdat 1994. godine, kao zamena za ISO 9001:1987, za isporučioce velike američke automobilske trojke: Daimler Chrysler, Ford i General Motors. On sadrži sve zahteve ISO 9001 : 1994. godine, dopunjene sa specifičnim sektorskim zahtevima velike trojke, koji proizilaze iz posebnosti automobilske industrije. Ovaj standard se odnosi na sve interne i eksterne isporučioce sirovina, polufabrikata, delova, komponenti i usluga ovih proizvođača, čiji je osnovni cilj prevencija za kvalitet u automobilskoj proizvodnji i obezbeđenje kvaliteta u proizvodnji originalnih auto-delova. QS-9000 obezbeđuje u primeni kontinualna unapređenja kvaliteta, prevenciju defekata i smanjenje škarta u lancima isporuke. General Motors i Daimler Chrysler zahtevaju od svojih iporučilaca sertifikaciju prema ovim standardima dok Ford traži usaglašenost poslovanja prema ovim zahtevima (interna sertifikacija).

ISO 16949 je međunarodni standard za QMS (ISO 9001:2000) u automobilskoj industriji. Donet je 1999. godine a revizijom od 2002. godine je usaglašen sa ISO 9001 : 2000. Ovaj standard integriše zahteve iz ISO 9001 : 2000 sa specifičnim zahtevima standarda iz automobilske industrije kao što su američki QS-9000, nemački VDA 6.1, francuski EAQF i italijanski AVSQ. U izradi ovog standarda su učestvovali japanski kao i britanski proizvođači automobila. Ovaj standard se odnosi na sve interne i eksterne isporučioce sirovina, polufabrikata, delova, komponenti i usluga. Njegov osnovni cilj je prevencija za kvalitet u automobilskoj proizvodnji i obezbeđenje kvaliteta u proizvodnji originalnih auto-delova. Na ovaj način se isporučioци na međunarodnom nivou oslobađaju višestruke sertifikacije i audita prema različitim standardima iz ove oblasti.

TE Dodatak je poseban deo za opremu i alate u standardu QS-9000, izdat 1996. godine, koji moraju da primenjuju isporučioци velike trojke američke automobilske industrije. On je razvijen od strane Task Force WG velike trojke i njihovih isporučilaca a odnosi se na specifične zahteve iz oblasti alata, pribora, livenih delova kao i delova od lima, zaštite, robotike, montaže, farbanja, podmazivanja i sredstava za hlađenje. Chrysler zahteva sertifikaciju prema ovim zahtevima, dok Ford i General Motors zahtevaju internu usaglašenost.

VDA 6.1 standard je izdat 1991. godine i predstavlja model sistema kvaliteta nemačke automobilske industrije. Razvijen je od strane udruženja nemačkih auto-inženjera, a ulazne zahteve za njegov razvoj su oni dobili od njihovih najvažnijih proizvođača i isporučilaca. Osnove VDA 6.1 su bazirane na modelu ISO 9001 a skup zahteva je dat u dva odeljka: Menadžment i Proizvod/Proces. Ovaj standard u poslednjem izdanju obuhvata u potpunosti zahteve modela ISO 9001 : 1994, kao i upustvo za QS iz modela ISO 9004-1, koji se odnose na specifične zahteve auto-industrije. VDA 6.1 takođe obuhvata zahteve QS-9000 kao i zahteve francuske automobilske industrije EAQF. On takođe u potpunosti isunjava i zahteve nemačkog zakona o saobraćaju. Ovaj standard se odnosi i na isporučioce komponenti za auto-industriju, za proizvođače: Volkswagen, Audi, Mercedes-Benz, BMW, Porsche, Adam Opel i Ford-Were.

OHSAS 18001 standard je razvijen od strane evropskih tela za standardizaciju, kao standard za menadžment sistem za zaštitu zdravlja i bezbednost zaposlenih (OHSMS). Cilj mu je da kreira bezbedno radno mesto. OHSAS 18001 sadrži zahteve za planiranje, ocenu rizika, identifikaciju opasnosti, konsultacije i komunikacije, upravljanje i postupanja u vanrednim situacijama. Ovaj standard je idealan za organizacije koje žele da povećaju bezbednost svojih zaposlenih, zaštite njihovo zdravlje, smanje medicinske troškove lečenja iznenadnih povreda i povećaju prevenciju iz ove oblasti. Sada se vode razgovori sa ISO organizacijom da se ovaj standard u budućnosti prihvati i izda kao međunarodni standard.

HACCP – analiza i upravljanje kritičnim tačkama je model razvijen od strane US Department za inspekciju i kontrolu u poljoprivredi (FSIS) i njihove Agencije za hranu i lekove (FDA). On predstavlja, na nauci zasnovanom pristupu, prilaz za kontrolu i eliminaciji kontaminiranih i kritičnih parametara/pojava u proizvodnji i distribuciji hrane. HACCP u primeni obezbeđuje apsolutnu zaštitu od hazardnih situacija u lancu proizvodnje i distribucije hrane. On se zasniva na sedam principa, koji obuhvataju: (i) uspostavljanje analize mogućih kritičnih procesa, (ii) identifikacija kritičnih tačaka koje treba kontrolisati, (iii) specifikacija granica za ove tačke, (iv) uspostavljanje procedura za njihovo (kontrolnih granica) praćenje/monitoring, (v) uspostavljanje korektivnih akcija, (vi) uspostavljanje procedura za verifikaciju, i (vii) uspostavljanje procedura za vođenje zapisa o ovim kontrolama. HACCP zahtevi su prihvaćeni i podržani od strane UN (Codex Alimentarius), EU, Kanade, Australije, Novog Zelanda i Japana, a primenjuju se za meso, plodove mora, pogone za pernatu živinu, mega isporučioce, restorane i ostale proizvođače i isporučioce hrane.

AS 9100 standard je izdat 1999. godine a revizijom od 2001. godine je usklađen sa modelom ISO 9001 : 2000. On predstavlja model za menadžment kvalitetom isporučilaca i pod-isporučilaca za vazduhoplovnu i kosmičku industriju. Ovaj standard definiše zahteve za svaki korak i odelenje u proizvodnom procesu za menadžment kvalitetom proizvoda iz ove industrije. Takođe su dati i zahtevi za specifikaciju delova i komponenti za projektovanje, montažu, inspekciju i druge karakteristike ovih proizvoda. Vladine agencije (USA), kao što su Odeljenje za odbranu (DD), Federalna administracija za avijaciju (FAA), takođe podržavaju u primeni AS 9100 kao svoj model. Time su izbegnute višestruke kontrole i ponavljanje zahteva, tako da je ovaj u suštini industrijski standard postao i vladin program u ovoj oblasti. U primeni on obezbeđuje smanjenje defekata u lancima nabavke, kontinualno unapređenje kvaliteta i povećanje zadovoljstva kupaca. Sertifikovane organizacije – isporučioći, imaju prednost u sastavljanju vladinih lista isporučilaca za vojne nabavke, a takođe one i zadovoljavaju zakonske zahteve iz ove oblasti, koji su postali sastavni delovi ovih standarda.

ISO 13485/88 je standard QMS-a za medicinske uređaje. On je zamenio prethodni standard EN 46001. Ovaj standard je razvijen od strane evropskih proizvođača medicinskih uređaja 1993. godine kao EN 46001/2 Sistem kvaliteta medicinskih uređaja, sa dodatnim zahtevima koji se primenjuju u modelima ISO 9001/2. Nije nikada razvijena šema sertifikacije prema EN 46001/2, ali jeste obuhvaćena sa ISO 9001/2 kroz dodatne zahteve. Verzija ISO 9001/2 iz 1994. godine je izdata kao EN 46001/2 : 1996. godine, a od juna 2001. godine to je verzija ISO 13485/88 : 1996. Prošle godine (2002.) izdata je nova verzija ovih standarda koja je usklađena sa ISO 9001 : 2000.

CE oznaka predstavlja znak kvaliteta proizvoda, koji se zahteva pri izvozu određenih vrsta proizvoda u EU. On je definisan Direktivama novog pristupa. Zahteva se u zemaljama EU (15 starih članica + 10 novih članica) kao i u četiri zemlje koje su van EU a članice su Evropskog udruženja za slobodnu trgovinu. Navedene direktive su projektovane tako da eliminišu tehničke barijere u trgovini u Evropi i da obezbede da proizvodi budu bezbedni pri upotrebi. Njihova najvažnija upotreba se odnosi na medicinske uređaje i dečije igračke, ali se primenjuju i u proizvodnji električnih uređaja, mašina, elektromagnetnoj kompatibilnosti, terminala, bojlera, eksplozivnih i radioaktivnih aparata, opreme za ličnu zaštitu. On se dodeljuje za proizvod posle ispitivanja njegovih karakteristika, koje trebaju da budu saglasne sa zahtevima ovih direktiva.

Dobre proizvodne prakse (CGMP) su procedure koje moraju primeniti proizvođači medicinskih uređaja i lekova, koji žele da ih plasiraju na tržište USA. Njih je propisala već

navedena agencija FDA (Food and Drug Administration), a od organizacije se traži da uspostavi program obezbeđenja kvaliteta na svojim medicinskim uređajima, prema specifikacijama koje garantuju upravljanje nad njihovim bezbednim i efektivnim korišćenjem. CGMP zaokružuje program obezbeđenja kvaliteta u organizaciji, zgradama, opremi, komponentama, proizvodnim i tehnološkim procesima, pakovanju i obeležavanju, distribuciji i instalisanju, održavanju i čišćenju uređaja kao i zapisima. FDA proverivači ocenjuju saglasnost zapisa sa CGMP planom obezbeđenja kvaliteta.

ISO/IEC 17025 standard je izdat 1999. godine, a sadrži zahteve za akreditaciju kontrolnih i ispitnih laboratorija, koji se odnose na to da one moraju predočiti dokaze da rade prema QMS-u, da su tehnički kompetentne i da generišu tehnički validne rezultate. Svi zahtevi ISO 9000 koji su relevantni za delokrug rada kontrolne i ispitne laboratorije, a koji se nalaze u QMS modelu, moraju biti uključeni u ISO/IEC 17025, kao tehnički zahtevi o kompetenciji. Ovaj standard obuhvata materiju koja se odnosi na sistem kvaliteta, kvalifikovano osoblje, upravljanje dokumentacijom, preispitivanje zahteva, tendera i ugovora, usluge korisnicima, upravljanje zapisima, ispitivanje i kalibracija kod podisporučilaca, nabavku, interni audit, uslove okoline, test i metode kalibracije i validacije, oprema, merna sledljivost, uzorkovanje, rukovanje uzorcima za testiranje i kalibraciju, obrada rezultata i izveštavanje. Akreditacija same laboratorije prema ISO/IEC 17025 je važnija od sertifikacije prema QMS modelu, jer ona prepoznaje kompetentnu laboratoriju koja je sposobna da da tehnički validne rezultate, koji su za nju važniji od QMS saglasnosti. U slučaju kada je laboratorija deo velikog sistema, preporučuje se da se ISO/IEC 17025 akreditacija radi paralelno sa uvođenjem QMS-a, a radi preklapanja zajedničkih aktivnosti.

QS (QMS) za softver se primenjuje od 1994. godine, preko standarda ISO 9000-3, koji se koristio u kombinaciji sa ISO 9001/2. On je predstavljao model za obezbeđenje kvaliteta u razvoju, projektovanju i korišćenju softvera a orjentisan je softverskim kompanijama koje rade na njegovom razvoju. Od strane British Department of Trade and Industry, 1998. godina definisana je tkz. TickIT procedura, koja daje šeme za realizaciju QS zahteva u projektovanju i razvoju softvera, serifikaciju za QS (SSCS – Software Sector Certification Scheme) i ocenjivače za QS. Verzija TickIT 5.0, verzija 2002. godine je usklađena sa verzijom ISO 9000 : 2000, a u njoj je data i lista unakrsnih elemenata sa ISO/IEC 12207, koji predstavlja model životnog veka softver procesa zasnovanih na QMS-u.

BS 7799 standard je razvijen od strane BSI, i predstavlja standard za upravljanje zaštitom menadžment informacionog sistema (ISMS). On se može primeniti u različitim privrednim organizacijama, za informacione i komunikacione sisteme kao i računarske mreže. On se sastoji od dva dela, a prvi (7799-1) se odnosi na upustvo za primenu ovog kao i standarda ISO/IEC 17799 (međunarodni standard za zaštitu informacija). Sledeći, BS 7799-2, daje zahteve za ovaj standard kao i model audita za njegovu ocenu u primeni, a radi njegove sertifikacije. Standard definiše zahteve koji se daju kao upravljanje dokumentacijom, politika zaštite u organizaciji, klasifikacija i upravljanje proverama, fizička zaštita, menadžment komunikacijama, upravljanje saglasnostima sa zakonskim zahtevima.

TL 9000 standard je izdat 1999. godine, a revizijom iz 2001 je usaglašen sa ISO 9001 : 2000. On predstavlja QMS model za telekomunikacionu industriju, koji ga harmonizuje sa zahtevima u razvoju, projektovanju, proizvodnji, isporuci, instalisanju i održavanju hardvera, softvera proizvoda i usluga. Saglasnost sa TL 9000 zahtevima smanjuje vreme pojave ovih proizvoda na tržištu, kao i troškove u lancu nabavke ovih proizvoda. Struktura TL 9000 obuhvata pet nivoa zahteva i merenja efektivnosti QMS-a. To su ISO 9001 : 2000 zahtevi, zajednički zahtevi za QMS telekomunikacione industrije, specifikacije za merenje kvaliteta usluga, harvera i softvera. TL 9000 specifikacije za telekomunikacije su podeljene u šest kategorija, koje su označene kao: zajedničke (C), hardver (H), softver (S), usluge (V), hardver i softver (HS), i hardver i usluge (HV). Kao što se vidi, nisu dati zahtevi za usluge i softvare (VS). Od dobavljača u ovoj industriji se zahteva primena dodatnih elemenata koji se odnose na njihovu proizvodnju, dok se od hardverskih i softverskih kompanija traži da moraju primeniti sve sektorski specificirane zahteve. TL 9000 takođe zahteva da se uspostavi model za merenje troškova, performansi i pouzdanosti hardvera,

softvera i usluga. Merenje performansi je posebno važno sa tačke gledišta kupca i obuhvata: stepen povratka investicije u hardver, sistem izlaza, broj žalbi, kvalitet novog softvera, isporuku na vreme, tačnost i pouzdanost računa i efektivnost poslovnih procesa isporučilaca. Sertifikacija za ovaj standard se može izvršiti za različite nivoe organizacije, proizvode i usluge, odnosno njihovu kombinaciju.

SA 8000 standard je izdat 1997. godine i predstavlja prvi međunarodni standard iz oblasti socijalne odgovornosti za zaposlene. On od poslodavaca zahteva da zaposlenom garantuju osnovna radnička prava, bezbedne radne uslove, zabranu zapošljavanja dece i bolesnih i regularnu radnu nedelju od 42 sata. Ostali zahtevi SA 8000 se odnose na zdravstvenu zaštitu, pravo na sindikalno organizovanje, zabranu diskriminacije na verskoj, rasnoj i nacionalnoj osnovi kao i mogućnost napredovanja u struci. Razvijen je od strane Saveta Agencije za ekonomski razvoj (CEPAA), uz pomoć širokog kruga privrede, industrije, sindikata, organizacija za ljudska prava, UN i drugih. SA 8000 obezbeđuje unapređenje uslova rada i socijalne zaštite u uslovima globalizacije svetske ekonomije. Sertifikacija prema ovom standardu kompaniji daje pozitivan imidž i reputaciju kod njenih klijenata, zaposlenih, isporučilaca, vlasnika i kupaca, zbog najbolje prakse socijalne zaštite zaposlenih kao i uslova njihovog rada. Ovo za posledicu najčešće ima izuzetno visok kvalitet proizvoda organizacija koje su sertifikovane prema ovim standardima.

ISO/IEC 15408 standard je izdat 1999. godine kao prvi međunarodni standard za informacione tehnologije, koji definiše kriterijume za ocenu zaštite proizvoda ovih tehnologija kao što su operativni sistemi, kompjuterske mreže, distributivni sistemi, aplikacije iz hardvera, firmvera i softvera. Zahtevi ovog standarda su specificirani kao funkcije zaštite IT proizvoda i sistema, kao i merenje nivoa zaštite i validacije obezbeđenja. Zajednički kriterijumi (CC) mogu se takođe koristiti kao vodič za korisnike, kao i one koji rade na razvoju ovih proizvoda. Tokom validacije ili ocene IT proizvoda koriste se ciljni kriterijumi (TOE), a skup specifikacija i zahteva za zaštitu se može oceniti i validacijom TOE pri razvoju ciljeva zaštite (ST). Primenom skupa nezavisnih zahteva iz kategorije TOE, mogu se razmatrati specifični zahtevi kupaca/korisnika iz ugla tkz. Korisnika zaštićenog profila (PP). Ocena i validacija pri ocenivanju se vrši korišćenjem zahteva iz PP, ST, TOE i CC. ISO/IEC 15408 CC se primenjuje u USA preko Nacionalne agencije za obezbeđenje informacija (NIAP), Nacionalne šeme za ocenu zajedničkih kriterijuma (CCEVS), koji zajedno sa ovim standardom predstavljaju celinu za ocenu proizvoda i akreditaciju Nacionalnih laboratorija za ispitivanja u ovoj oblasti.

BS 6072 Menadžment rizikom je standard izdat 2000. godine a odnosi se na Menadžment rizikom poslovnih projekata. On opisuje menadžment rizikom kao "osnovni" proces u bilo kojoj organizaciji, bez obzira na njenu veličinu, aktivnost i sektor delovanja. On definiše dobru praksu za menadžment rizikom, koja obuhvata: identifikaciju rizika, analizu rizika, procenu i kontrolu rizika. Ovaj standard takođe definiše i tri nivoa odlučivanja u vezi sa rizikom: strategijski (dugoročni ciljevi), taktički (srednji rizici) i operativni nivo (kratkoročni rizici). Suština primene ovog standarda je identifikacija rizika u ranoj fazi planiranja projekta. Standardi za istu oblast su izdati u USA, Kanadi i Australiji a sada ISO daje inicijativu da se za ovu oblast izda međunarodni standard.

Menadžment lancima isporuke prepoznaje kompetentne mreže lanaca isporuke a ne pojedinačne kompanije. Oni čine mrežu kompanija koja povezuje isporučioce i kupce u životnom veku proizvoda, od sirovine pa do njegovog isključenja iz procesa upotrebe. Menadžment lancem isporuke integriše sve aspekte razvoja i projektovanja i kompetitivne proizvodnje, kao i korišćenja proizvoda u njegovom životnom veku. Ovaj model optimizira i sinhronizuje materijal, proces, informacije i tokove od sirovog materijala do proizvoda isporučenog kupcu, optimizirajući zalihe i smanjujući troškove u životnom veku proizvoda. Pravilo je: isporučiti proizvod u pravo vreme na pravo mesto sa pravom (povoljnom) cenom za kupca. Svaka organizacija u lancu isporuke može inicirati program i realizovati koristi od njega. Međutim, organizacija koja je najbliža krajnjem kupcu, po pravilu je najbolje pozicionirana u lancu isporuke.

Menadžment totalnim kvalitetom (TQM) je model upravljanja kvalitetom u organizaciji koji je orjentisan ispunjenju zahteva svih interesnih grupa organizacije (kupci, zaposleni, isporučioći, partneri, vlasnici i društvo). On je evoluirao iz modela TQC (Total Quality Control) i

CWQC (Company Wide Quality Control), koji su definisani i primenjeni u japanskoj privredi posle drugog svetskog rata. Pod navedenim terminom ovaj model se pojavljuje početkom 80-tih godina prošlog veka u USA, kada je američka vlada 1984. godine donela nacionalni program unapređenja kvaliteta američke privrede na TQM principima. TQM je danas opšte prihvaćeni model za ocenu organizacija za dodelu međunarodnih, nacionalnih i kompanijskih nagrada za kvalitet. Osnovni koncept TQM je orjentisan proizvodnim organizacijama. Suština njegove primene je da se koncept menadžmenta kvalitetom u organizaciji realizuje primenom različitih alata za menadžment kvalitetom (B7, N7, M7) uz razvoj sopstvenog identiteta kulture kvaliteta organizacije.

Poslovna izvrsnost (BE) je razvijen kao novi evropski model TQM 1999. godine. Njegov osnovni cilj je da evropska privreda postane lider u svetu po kvalitetu svojih proizvoda i usluga u različitim oblastima a pre svega u uslugama. Primenjeni model menadžmenta kvalitetom u organizaciji se ocenjuje (pošto se ovaj koncept primenjuje za ocenu za nagradu za kvalitet) dostignutim nivoom zadovoljstva kupaca, zaposlenih, partnera i društva. Nivo zadovoljstva vlasnika se ocenjuje iz ugla ostvarenih poslovnih rezultata. Sve ovo se posmatra iz konteksta ostvarenog nivoa kvaliteta proizvoda / usluga organizacije. Dakle može se zaključiti da je poslovna izvrsnost dalje proširenje TQM na organizacije van proizvodnje.

Šest sigma je statistički orjentisan prilaz za unapređenje procesa, takvog nivoa kvaliteta sa manje od 3.4 defekta na milion mogućnosti (DPMO) (proizvoda/slučajeva/usluga), za kritičnu karakteristiku kvaliteta (CTQ) u tehnološkom ili uslužnim procesu. Tako se primenom ovog koncepta smanjuju troškovi škarta sa 20-30 % na manje od 0.1%. Smanjuju se i potrebe za kontrolom i inspekcijom, ukupni troškovi proizvodnje se takođe smanjuju, takođe i ciklusna vremena, povećava se zadovoljstvo kupca, raste kvalitet proizvoda, smanjuje se njegova cena. Šest sigma koristi različite alate uključujući statističko upravljanje procesom (SPC), menadžment totalnim kvalitetom (TQM), projektovanje na bazi eksperimenata (DOE). Ovaj prilaz se takođe podržava i novim prilazima kao što su razvoj novog proizvoda (CE), planiranje materijala (MRP), upravljanje proizvodnjom na bazi zaliha (JIT).

Liderstvo totalnim kvalitetom (TQL) je model TQM razvijen i primenjen u američkoj mornarici, početkom devedestih godina prošlog veka. On je orjentisan kontinualnom unapređenju kvaliteta, koji je modeliran procesima (tehnološki, poslovni, menadžment), a sve se izvodi pod liderskom ulogom top menadžmenta. Za svaku organizaciju se izvodi višenivovski koncept obuke (slično kao za šest sigma), gde se za definisanu viziju, misiju, strategiju, ciljeve i politiku uspostavlja novi koncept vođenja organizacije. Ovaj koncept se zasniva na optimizaciji performansi organizacije kroz sistemski pristup unapređenju procesa, čije se poboljšanje meri kvantifikovanim parametrima.

Taguchi metod predstavlja prilaz projektovanju proizvoda za kvalitet iz ugla upotrebe proizvoda, orjentisan na to da kupac u toku korišćenja proizvoda ima što niže, a cilj je "0" troškove održavanja. Dakle, ovaj metod definiše funkciju gubitaka koja ima različit oblik, u zavisnosti od tipa tolerancije. Dve grupe faktora (slučajni i nekontrolisani) mogu izazvati odstupanje od nominalnih vrednosti funkcionalnih karakteristika proizvoda, a to su eksterni i interni poremećajni faktori. Eksterni poremećajni faktori (kao, na primer, temperatura i vlažnost okoline) su primer za prvu grupu. U drugu grupu, interni poremećajni faktori, spadaju dve podgrupe: (i) oni koji se povećavaju, kao što su, na primer, habanje delova usled trenja i pukotine, i (ii) nedostaci tehnoloških procesa, kao što su, na primer, varijacije tačnosti mašine alatke. Primenom Taguchi metoda dobijamo proizvod koji je robustan (otporan) na sve poremećajne faktore. Robustnost proizvoda predstavlja otpornost njegovih funkcionalnih karakteristika na varijacije poremećajnih faktora. Robustnost funkcionalnih karakteristika proizvoda se počinje ugrađivati u njega u fazi njegovog projektovanja, da bi se nastavila u fazama pripreme proizvodnje, kao i u samoj proizvodnji. U svim ovim fazama može se identifikovati par koraka: (i) projektovanje sistema; ovaj korak zavisi od faze proizvoda u njegovom životnom veku. Na primer: za vreme faze istraživanja i razvoja, projektovanje sistema obuhvata projektovanje i razvoj prototipa i određivanje materijala, delova, komponenata i sistema montaže. U fazi pripreme proizvodnje određuje se tehnološki proces, (ii) projektovanje parametara; u ovom koraku, nivoi (vrednosti) kontrolisanih faktora

(parametara projektovanja) su određeni da minimiziraju (smanje) efekte uticaja poremećajnih faktora na funkcionalne karakteristike proizvoda, i (iii) projektovanje tolerancija; ovaj korak se primenjuje da se za parametre projektovanja koji se odnose na funkcionalne karakteristike odrede tolerancije. Tolerancijska polja obuhvataju specificirana odstupanja parametara projektovanja u odnosu na određene nivoe projektovanih parametara. Navedene tri faze unapređenja kvaliteta proizvoda se mogu primeniti u različitim industrijama. Aktivnosti upravljanja kvalitetom u fazama projektovanja proizvoda i pripreme proizvodnje se nazivaju off-line inženjerstvo kvaliteta, a aktivnosti upravljanja kvalitetom u proizvodnji se naziva on-line upravljanje kvalitetom. Osnova ovog metoda je definisanje inženjerskih aktivnosti za postizanje željenog nivoa kvaliteta proizvoda u procesu njegovog projektovanja i pripreme proizvodnje, kroz off-line upravljanje kvalitetom. Ovaj prilaz se bitno razlikuje od koncepta SPC, koja u Taguchi metodu predstavlja on-line pristup, odnosno upravljanje kvalitetom procesa proizvodnje. Taguchi metod se zasniva na dva ključna principa: (i) gubitak usled lošeg kvaliteta proizvoda se povećava ako se povećava varijacija odstupanja od nominalne vrednosti, za koju se postiže škart "0", i (ii) visok kvalitet proizvoda se ostvaruje u fazi projektovanja (off-line), a ne u fazi proizvodnje (on-line), što je u potpunoj suprotnosti sa SPC konceptom. SPC koncept je orijentisan modelu upravljanja kvalitetom tehnološkog procesa kao najuticajnijeg elementa proizvodnje, čime se preko kvaliteta procesa ostvaruje kvalitet proizvoda. Time se obezbeđuje kvalitet proizvodnje, dok se najčešće problem kvaliteta u projektovanju ne razmatra. međutim, sa inženjerske tačke gledišta a ne samo i sa njegove, projektovanje proizvoda predstavlja najznačajniju fazu ukupnog životnog veka proizvoda. Iz ugla kvaliteta ovo znači, da se visok kvalitet proizvoda u eksploataciji ostvaruje preuzetom merama u fazi projektovanja, čime se dobija "izvrstan projekat". Ovo se postiže primenom različitih tehnika inženjerstva kvaliteta (CE, DFM, DFI, DFA, DFMt) a posebno Taguchi metodom.

3. JEDAN PRILAZ RAZVOJU STANDARDA ZA IMS

Sve napred navedeno pokazuje da se u poslovnim sistemima danas primenjuje veći broj različitih standarda. U njihovoj pojedinačnoj primeni javlja se osnovi problem - kako ih povezati i/ili integrisati? Odgovor na ovu dilemu su standardi za integrisane menadžment sisteme, čiji prvi koncept se izlaže u daljem tekstu. U njihovom razvoju se pošlo od QMS kao osnove za integraciju i razvoj totalnog menadžment sistema. Oni predstavljaju vezu između fleksibilnog frameworka baznih elemenata i dodatnih zahteva za pojedine menadžment sisteme. Kad kažemo "fleksibilni" šta pod tim podrazumevamo? Ovde se misli na to da svaka organizacija sama izabere svoje "jezgro" integracije, koje će biti nadograđivano elementima ostalih menadžment sistema, čime će se dobiti sopstveni model integrisanog menadžment sistema. Dakle i draft verzija ovih standarda polazi od "jezgra" integracije. To je ISO 9000 (sada QMS), koji predstavlja bazu za razvoj organizacije orjentisane kulturi kvaliteta. Ova verzija koristi menadžment model ciklusa kontinualnih unapređenja, koji se zasniva na PDCA konceptu. On se satoji od delova A i B, koji definišu zahteve za jedanaest različitih menadžment sistema u organizaciji. Dvanaesti menadžment sistem se odnosi na QMS. Deo A, koji se naziva i glavnim delom standarda, sadrži obavezne delove (elemente) integrisanih menadžment sistema. Oni se odnose na primenu i kontinualna unapređenja zajedničkih elemenata integrisanih menadžment sistema. Deo B sadrži dodatne elemente menadžment sistema ponaosob. Dakle, koristeći "jezgro" integracije iz ovih standarda, mi možemo uz pomoć korelacije, veze unakrsnih elemenata i integracije povezivati elemente menadžment sistema, gradeći kostur integrisanog menadžment sistema naše organizacije. Kao i kod QMS osnovu modeliranja čine menadžment procesi. Glavna struktura ovih standarda je slična sa ISO 9001 : 2000 iz ugla menadžment modela.

Deo A sadrži šest glavnih celina koje se odnose na: (i) uvod koji opisuje šta se pod IMS-om podrazumeva, i daje dodatne informacije kako se on može koristiti, (ii) zahtevi za IMS se opisuju u ovom delu, kroz specifikaciju svih njegovih elemenata, (iii) odgovornost menadžmenta je adresirana na top menadžment. Ovde se definišu odgovornosti i ovlašćenja, način uspostavljanja politike i ciljeva, kao i njihova realizacija, (iv) postupak primene i primena se opisuju u ovom

poglavlju. Sve ovo se daje iz ugla efektivne primene zahteva IMS-a, (v) ovo poglavlje definiše zahteve za razvoj modela merenja i unapređenja, preko uspostavljenih procedura za to. Odgovore na ove zahteve kao i definisanje ovih modela možemo naći u primenjenim procedurama inspekcije, kontrole, internih audita, internih i eksternih komunikacija, korektivnih i preventivnih akcija, (vi) preispitivanje menadžmenta daje okvir za ispitivanje pogodnosti, adekvatnosti i efektivnosti IMS-a.

Deo B sadrži zahteve za dodatne, različite menadžment sisteme, koji čine ukupnu strukturu IMS-a, i to: (i) sistem menadžmenta zaštitom životne sredine definiše zakonske zahteve za zaštitu okoline kao i interne ciljeve organizacije, koji se odnose na istu problematiku, (ii) menadžment sistema za bezbednost i zaštitu zdravlja zaposlenih daje okvir za izgradnju modela za ispunjenje zakonskih zahteva i pravnih normi u identifikaciji potencijalnih hazardnih situacija i uspostavljanje akcionih planova za njihovo sprečavanje i kontrolu, (iii) sistem menadžmenta kupcima uspostavlja model za identifikaciju, merenje i optimizaciju zadovoljstva kupca, (iv) sistem menadžmenta ljudskim resursima definiše zahteve za obrazovanjem i iskustvima zaposlenih kao i ispunjenju njihovih očekivanja (zadovoljstva), (v) sistem menadžmeta nabavkom, definiše zahteve za uspostavljanje modela identifikacije i menadžmenta najvažnijim isporučiocima od uticaja na procese organizacije kao i razvoj dogoročnih odnosa sa njima, (vi) sistem menadžmeta projektom definiše zahteve za efektivno upravljanje projektima, (vii) menadžment inovacijama se odnosi na uspostavljanje, razvoj i sistem motivacije ideja za nove proizvode, (viii) sistem menadžmeta razvoja i projektovanja ima za cilj da minimizira rizik razvoja novog proizvoda / usluge pod kontrolisanim uslovima, (ix) sistem menadžmenta zaštite informacionog sistema obezbeđuje zaštitu informacija od rizika zloupotrebe. On takođe obezbeđuje raspoloživost, integritet i pouzdanost informacija, (x) sistem menadžmenta etičkim normama obezbeđuje da organizacija proizvodi i plasira proizvode / usluge, ima odnose sa kupcima i svojim zaposlenima, kao i sa društvom koji su u potpunoj saglasnosti sa etičkim pravilima i društvenim normama, i (xi) menadžment znanjem definiše procedure know-how u organizaciji, radi optimizacije njenog intelektualnog kapitala.

Sumirajući, možemo konstatovati da su ključni menadžment sistemi, obuhvaćeni ovim standardom, kojima se mora upravljati prema njegovim zahtevima, koji moraju biti dokumentovani, kontinualno unapređivani i preispitivani. Na ovaj način organizaciji se ostavlja na slobodu da izabere osnovu od koje će početi sa primenom zahteva IMS-a, vodeći računa o njihovom ispunjenju iz ugla politike i kulture same organizacije. Međutim, usaglašavanje u razvoju IMS-a, koje može nastati ispunjenjem zahteva za pojedine menadžment sisteme, najbolje se može prevazići auditima. Ovo znači da je sledeći zadatak u razvoju standarda IMS-a, razvoj modela audita za njega. Ovaj model treba da olakša njegovu primenu, tako što će da poveća njegovu efektivnost, kao i jednostavnost i uniformnost.

Sadašnji menadžment modeli organizacija se kreću u pravcu razvoja i primene cross-funkcionalnih tipova organizovanja, sa povezivanjem različitih specijalnosti unutar organizacije. Ovaj standard treba da omogući i razvoj jedinstvene terminologije za navedene menadžment sisteme. Ona pre svega treba da omogući da se jedinstveni ciljevi koji se prožimaju kroz različite menadžment sisteme bolje razumeju, prate i proveravaju. Primena ovog standarda zahteva i novu menadžment strukturu organizacije, što je posebno pitanje primene ovih standarda.

Nažalost, mora se na kraju reći da većina postojećih organizacija ne prepoznaje sve menadžment sisteme iz ovog modela. To se pre svega odnosi na menadžment znanjem, koji na primer ne može da se modelira procesima, dokumentacijom i procedurama. Zato novi standard za IMS mora da posveti posebnu pažnju integraciji u implementaciji ovog menadžment modela.

4. UMETO ZAKLJUČKA

Prethodno izloženi trendovi i istraživanja koja se vrše, ako se posmatraju iz našeg ugla mogu se izvući sledeći zaključci: (i) globalizacija svetske ekonomije zahteva proizvode za svetsko tržište, koji treba da zadovolje određene zahteve, a pre svega da imaju visok kvalitet, (ii) međunarodna ekonomska saradnja zahteva i uređene poslovne sisteme, posebno one koji posluju prema zahtevima odgovarajućih standarda, i (iii) zaostajanje naše privrede u ovim oblastima već

sada je prepreka za brže povezivanje naše zemlje sa integracionim procesima u svetu. U Laboratoriji za proizvodnu metrologiju i TQM vrše se istraživanja u ovoj oblasti koja su dala prvu verziju IMS modela, kako je to napred izloženo. Time se i iz naše sredine daje prilog razvoju teorije IMS.

REFERENCE

- [1].Wilkinson,G., Dale, B., *Managemet System Standard – The Key Integration Issues*, Manchester School of Managemet, UMIST, Manchester, 2002.
- [2].Wiele, T., Brown, A., *ISO 9000 Series Certification Over Time: What Have We Learnt ?*, Report Series – Research in Management, ERIM Institute of Management, Rotterdam, 2002.
- [3].Dale, G., et all, *Total Quality Management and Theory: An Exploratory Study of Contribution*, International Journal ” Total Quality Management ”, Vol.12, No.4, pp. 439 – 449, 2002.
- [4].Simon, A., et all, *Generative and Case Study Research in Quality Management – Part 1: Theoretical Considerations*, International Journal ” Quality & Reliability Management ”, Vol. 18, No. 1, pp. 32 – 42, 2002.
- [5].Majstorović, V., Nešić, N., *One National Model for Business Excellence*, Proceedings of 7th International Conference on ISO 9000 & TQM, pp.248-254, April 2-4, Melbourne, 2002.
- [6].Majstorović, V., *Strategije za integraciju standardizovanih menadžment sistema*, Rad po pozivu, Časopis "Kvalitet", No.2, str. 18-24, Beograd, 2004.



Petar Dimitrijević, Miroslav Vučićević, Miroslav Radojević¹

KVALITET PROJEKTA SA ASPEKTA SIGURNOSTI FUNKCIONISANJA

Sadržaj : Sigurnost funkcionisanja sistema predstavlja važnu karakteristiku projekta. Obezbeđivanje sigurnosti funkcionisanja od strane isporučioaca sistema obuhvata projektovanje pouzdanosti i pogodnosti održavanja i kontrolu projekta, kao i podršku održavanju u eksploataciji koju obezbeđuje korisnik sistema. Sigurnost funkcionisanja sistema moraju obezbediti i isporučilac i kupac. U ovom radu se to razmatra u fazama projektovanja sistema.

Ključne reči : Kvalitet, projektovanje, sigurnost funkcionisanja, program sigurnosti funkcionisanja.

1. UVOD

Sigurnost funkcionisanja predstavlja raspoloživost pouzdanosti, pogodnosti održavanja i logističke podrške održavanju nekog projekta [1]. Ona je jedna od najvažnijih karakteristika mnogih sistema, obuhvatajući pouzdanost i pogodnost održavanja koje se ostvaruju u projektnim fazama i jer obezbeđuje raspoloživost u pogledu logističke podrške održavanju u toku eksploatacije. Zahteva odgovornost i angažovanje i isporučioaca i korisnika radi njenog obezbeđenja.

Posebno kada je reč o strukturi telekomunikacionih sistema, pa i delu koji se odnosi na čelične konstrukcije za nošenje antena, postoji rast poverenja u usluge vezane za te sisteme, i povećanje zahteva i očekivanja korisnika u pogledu kvaliteta tih usluga. Sigurnost funkcionisanja predstavlja glavni faktor koji doprinosi kvalitetu usluga. Ograničeni resursi, zaštita životne sredine i povećanje troškova održavanja, takođe naglašavaju potrebu za obezbeđenjem sigurnosti funkcionisanja.

Aktivnosti specifikacija sigurnosti funkcionisanja predstavljaju deo procesa projektovanja i održavanja sistema, odnosno upravljanja projektom preko postojanja efektivnog programa sigurnosti funkcionisanja.

2. OBEZBEĐENJE SIGURNOSTI FUNKCIONISANJA OD STRANE ISPORUČIOCA

Aktivnosti koje isporučilac mora da pokrene u smeru obezbeđenja sigurnosti funkcionisanja, odnose se na uspostavljanje dokumentovanog sistema kvaliteta, posebnno politike i ciljeva sigurnosti funkcionisanja, organizacionu strukturu, istraživanje tržišta i potreba korisnika, studije izvodljivosti i planiranje sistema, kao i upravljanje planom i programom sigurnosti funkcionisanja. Plan sigurnosti funkcionisanja predstavlja dokument koji opisuje postupke sigurnosti funkcionisanja, resurse i aktivnosti u ovom pogledu značajne za projekat. Program čine organizaciona struktura, odgovornosti, postupci, procesi i resursi korišćeni za upravljanje sigurnošću funkcionisanja. On obuhvata sve faze projektovanja i eksploatacije sistema : planiranje, projektovanje, razvoj, rad i funkcionisanje, održavanje i povlačenje iz upotrebe.

¹ Prof. dr Petar Dimitrijević, Prof. dr Miroslav Vučićević, Prof. dr Miroslav Radojević, Viša tehnička mašinska škola – Beograd, Zemun, Nade Dimić 4, tel. 011 611 081.

Za potrebe upravljanja projektom sa aspekta sigurnosti funkcionisanja isporučilac sistema treba da formira odgovarajuću bazu podataka, modele za proračun ili prognozu, dokumentaciju u vezi strukture i elemenata programa sigurnosti funkcionisanja : nosače informacija koji sadrže zahteve za sigurnosti funkcionisanja i njihovu alokaciju, detaljan opis aktivnosti i postupaka, efektivne statističke, kvalitativne i kvantitativne metode za prgnozu, analizu i ocenu karakteristika sigurnosti funkcionisanja sistema, osnove za obrazovanje i obuku osoblja radi osposobljavanja za primenu programa, banke podataka povratnih informacija iz ispitivanja ili eksploatacije, liste glavnih dokumenata i način arhiviranja.

3. UPRAVLJANJE PROJEKTOVANJEM

Upravljanje projektovanjem telekomunikacionog sistema obuhvata načine ([2],[3]), (1) planiranja aktivnosti u procesu projektovanja i odgovornosti za njihovo obavljanje, (2) definisanja ulaznih zahteva za projekat, (3) izdavanje izlaza iz projekta, (4) sprovođenje verifikacionih aktivnosti u procesu projektovanja i usaglašavanje sa zahtevima sigurnosti funkcionisanja, (5) poboljšanja projekta, (6) unošenje izmena u projekat, (7) kontrole konfiguracije, i dr. Kada je u pitanju kontrola konfiguracije i unošenje izmena u projekat sistema, preispituju se elementi kao što su (a) propusti ili greške tokom projektovanja, a koje ugrožavaju funkcionisanje sistema (b) teškoće koje su nastale ili su otkrivene priikom projektovanbja u vezi obezbeđenja sigurnosti funkcionisanja, (c) izmenjeni zahtevi korisnika, a koji ne ugrožavaju sigurnost funkcionisanja, (d) potrebe da se poboljšaju proizvodne i ekonomske karakteristike, (e) izmenjeni zahtevi zakonskih propisa, nacionalnih i međunarodnih standarda, i sl.

Proces projektovanja se odvija kroz četiri osnovne faze :

- Faze koncepta, koju čine ideje o projektu, projektni zadatak, imenovanje projektnog tima, izrada terminskog plana i obezbeđenje resursa,
- Faze razvoja, koja obuhvata definisanje ulaznih zahteva [4] i ciljeva kvaliteta, izradu idejnog projekta i njegovo preispitivanje, priprema i izrada glavnog projekta, proračuni i analize [3], praćenje, verifikacija i odobravanje glavnog projekta,
- Faze realizacije, gde je nabavka i prijem opreme, materijala i usluga, izrada, kontrola i ispitivanje strukture čelične konstrukcije za nošenje antena i drugih delova telekomunikacionog sistema, preispitivanje, validacija i odobravanje realizovanog telekomunikacionog sistema,
- Faze završetka, gde je izrada i odobravanje izveštaja o projektu i ažuriranje baze podataka o projektima.

Definisanje ulaznih zahteva u proces projektovanja telekomunikacionih sistema predstavlja najznačajniju aktivnost u ostvarivanju kvaliteta projekta. Na primer, u vezi opterećenja čeličnih konstrukcija za nošenje antena, potrebne su sledeće grupe podataka :

- Sopstvena težina nosača, podesta, revizionih staza, ograda, penjalica,
- Sopstvena težina električne opreme,
- Sopstvena težina antena i opreme za njihovo vezivanje,
- Sile prednaprezanja užadi,
- Uticaji projektovanih pomeranja oslonaca,
- Težine pokretnih konstrukcionih delova : uređaja električne opreme, antena i ogledala,
- Težine uređaja za kontrolu, održavanje i montažu : revizionih kolica, liftovi,
- Sile zatezanja koje se menjaju zavisno od spoljašnjih ili eksploatacionih uslova : zatezanje od antena koje su razapete između stubova, i dr.,

- Vetar,
- Težina leda,
- Opterećenja vetrom zaleđene konstrukcije,
- Opterećenje snegom,
- Opterećenja podesta i revizionih staza,
- Koncentrisana opterećenja na horizontalne štapove,
- Posebna opterećenja : od pomoćnih skela, montažno-demontažnih penjalica, i sl.,
- Delovanje toplote,
- Stanja u montaži-demontaži, prilikom opravki ili dogradnji,
- Vetar u izuzetnim slučajevima,
- Neželjena pomeranja oslonaca,
- Led u izuzetnim slučajevima,
- Zemljotres, i dr.

Uzmimo, na primer, opterećenje vetrom, odnosno pritisak vetra na konstrukciju. Za proračun pritiska vetra na konstrukciju potrebni su, prema standardima JUS U.H2.110 : 1991 i JUS U.C7.110 :1991, sledeći podaci i faktori :

- Fizičke osobine vazduha, gustina vazduha, kinematička viskoznost,
- Priroda vetra, pravac, brzina vetra, osnovna brzina vetra, turbulentnost vazduha,
- Teren oko konstrukcije, topografija i hrapavost terena, konstante hrapavosti, gradijentna visina,
- Osobine konstrukcije po pitanju materijala konstrukcije, modul elastičnosti,
- Osobine konstrukcije po pitanju krutosti konstrukcije, koeficijent prigušenja oscilovanja, čista frekvencija oscilovanja,
- Oblik konstrukcije, koeficijent sile, oblika, Rejnoldsov broj, Strouhalov broj , i dr.

4. ELEMENTI PROGRAMA SIGURNOSTI FUNKCIONISANJA

Plan i program sigurnosti funkcionisanja predstavlja deo plana ili programa projekta nekog sistema. Program sigurnosti funkcionisanja se prati, preispituje i verifikuje na isti način kao i sam projekat. Evo nekih aktivnosti, dokumenata i elemenata programa za obezbeđenje sigurnosti funkcionisanja ([1],[2]) :

- Definisane struktura i elememnata programa,
- Metode i modeli za prognozu, analizu i ocenu karakteristika sigurnosti funkcionisanja,
- Banke podataka, povratne informacije iz ispitivanja, eksploatacije i održavanja,
- Zahtevi za sigurnost funkcionisanja, kao deo ulaznih zahteva [4], koji su u saglasnosti sa raspoloživošću, pouzdanošću i pogodnošću održavanja,
- Plan sigurnosti funkcionisanja, revizija ugovora, revizija zahteva i drugih dokumenata,
- Inženjerstvo, uputstva i preporuke za projektovanje i održavanje sistema,
- Izbor kooperanata i podizvođača sa aspekta sigurnosti funkcionisanja čiji proizvodi ulaze u sastav sistema ,
- Proračun, analiza, prognoza i revizija projekta sa stanovišta troškova i sigurnosti funkcionisanja,
- Plan troškova, logističke podrške i održavanja, i
- Prikupljanje podataka, povratne informacije, poboljšanje projekta i izmene.

5. ZAKLJUČAK

Usluge u smislu transporta, energije, telekomunikacija i informacionih sistema, dovode do većih zahteva i očekivanja korisnika u pogledu sigurnosti funkcionisanja sistema koji obavljaju takve usluge. Zbog toga su neophodni odgovarajući programi sigurnosti funkcionisanja, koji će se realizovati u okviru procesa projektovanja tih sistema.

6. LITERATURA

- [1] IEC 300-1/ISO 9000-4 : 1993, Dependability management – Part 1 : Dependability programme management. Quality management and quality assurance standards, 1993,
- [2] Procedura – Upravljanje projektovanjem telekomunikacionih sistema, Ei Koning, Beograd, 1999,
- [3] Dimitrijević, P., i dr., Novi model proračuna ČKNA, Ei KONSING – ERICSSON, Beograd, 2000,
- [4] Dimitrijević, P., Radojević, M., Primeri vrednovanja ulaznih parametara u projekat sistema, Zbornik radova, VI Internacionalni simpozijum iz project managementa, Upravljanje projektima u sprovođenju reformi, YUPMA 2002, Zlatibor, maj 2002,
- [5] Dimitrijević, P., Vučićević, M., Radojević, M., Neki koraci u upravljanju projektom atraktivnog kvaliteta, Zbornik Radova, VII Internacionalni simpozijum iz project managementa, YUPMA 2003, Zlatibor, maj 2003.

DEPENDABILITY ASPECT OF PROJECT QUALITY

***Abstract** : Operating system assurance represent important characteristics of project. Providing operating system assurance from distributor include reliability and maintainability and project control, as maintenance support in exploitation providing by system user. Operating system assurance must provides distributor and customer both. This paper consider that in phases of system design.*

***Key words** :Quality, design,, dependability, dependability programme.*

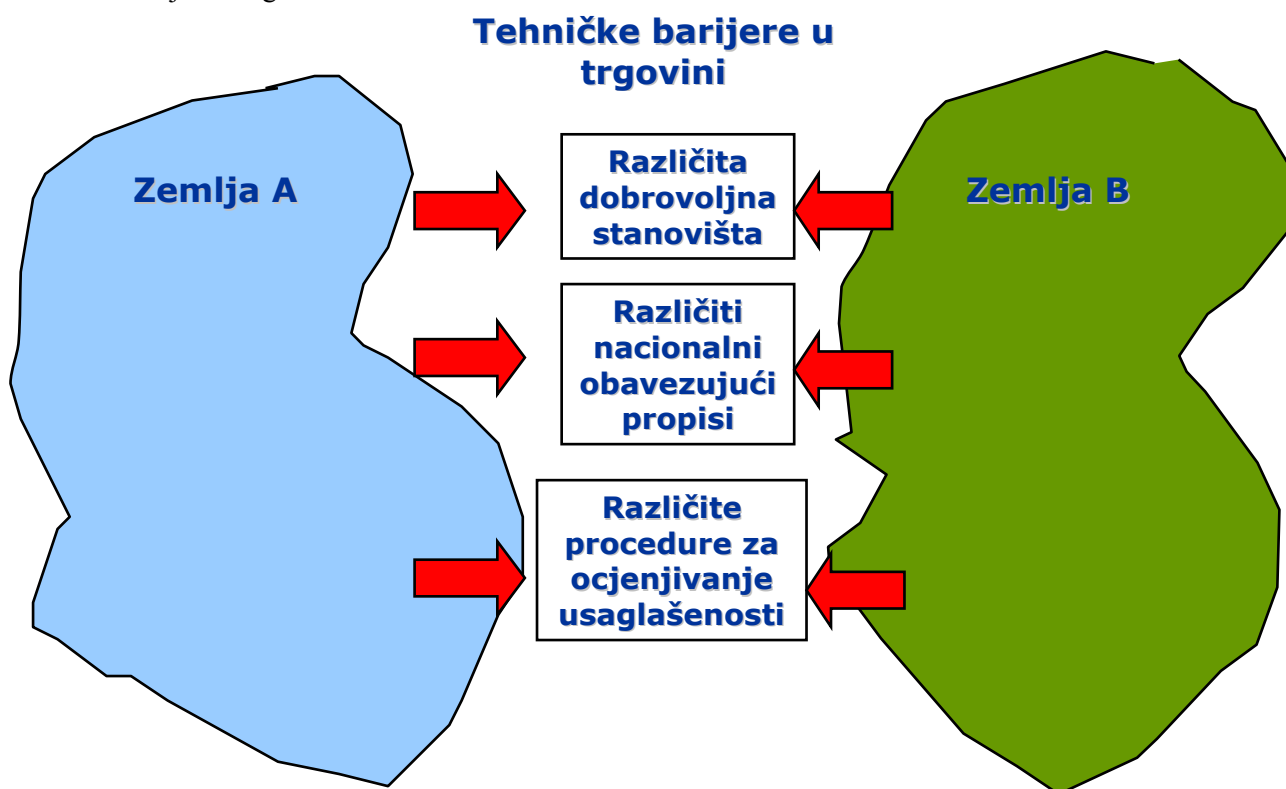
Jovišević V.¹**UKLANJANJE TEHNIČKIH BARIJERA ZA IZVOZ PROIZVODA**

Rezime

U radu su prikazane tehničke barijere koje se danas javljaju pri izvozu proizvoda i mogućnosti njihovog prevazilaženja. Na konkretnom primjru implementacije Evropske direktive o elektromagnetnoj komatibilnosti (EMC Direktiva) prikazan je tok harmonizacije proizvoda sve do postavljanja CE znaka.

1. UVOD

Za proizvođače koji svoje proizvode nude na različitim tržištima van granica svoje zemlje, različite procedure ocjenjivanja koje su prilagođene potrebama pojedinih tržišta, uključuju sveobuhvatno i skupo višestruko testiranje. Kao rezultat toga se stvaraju tehničke barijere u trgovini (slika 1). Zbog toga je Evropska komisija promovisala jedinstveno testiranje i certifikaciju kao ključne preduslove za uklanjanje tehničkih barijera u trgovini.



Slika 1

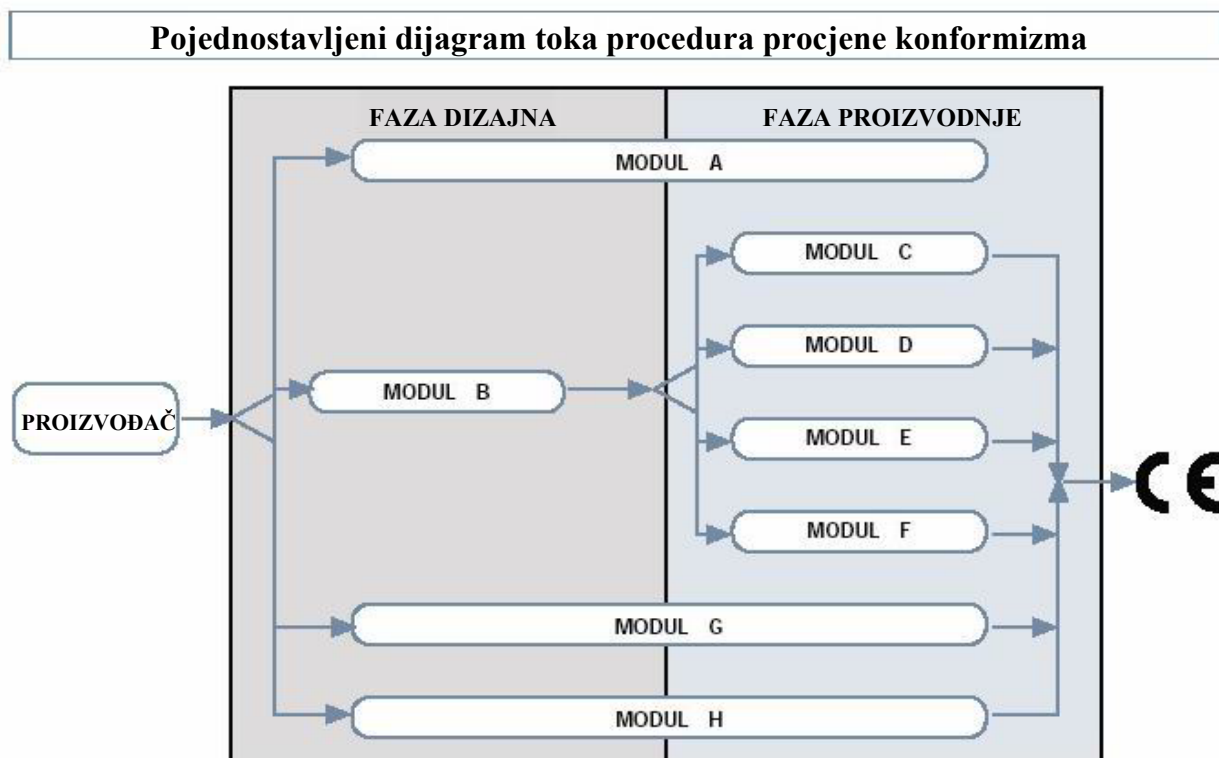
"CE" znak je sada obavezan za veliki broj proizvoda koji se prodaju u Evropskoj uniji. Evropska komisija opisuje "CE" znak kao pasoš, koji dozvoljava proizvođačima da slobodno prodaju industrijske proizvode širom internog tržišta Evropske unije. Slova "CE" pokazuju da je proizvođač poduzeo sve procedure procjene i usaglašavanja koje su neophodne za određeni proizvod.

¹ Prof.dr Vid Jovišević, Mašinski fakultet, Banja Luka, S. Stepanovića 75, E-mail:vid.jovisevic@blic.net

"CE" znak nije znak kvaliteta i ne pokazuje usaglašenost sa standardom, već usaglašenost sa zakonskim zahtjevima direktiva Evropske unije. Često se smatra da je dobijanje ovlaštenja da se koristi CE znak na proizvodima teško i da predstavlja gubljenje vremena. U mnogim slučajevima nije tako. Mnoge proizvode koji se šalju na Evropsko tržište, mogu testirati i označavati sami proizvođači, jer proizvođač je odgovoran da razmotri odgovarajuće EU direktive koje se primjenjuju na njegov proizvod i da testiraju svoj proizvod kako zahtijevaju te direktive.

Postoji oko 30 direktiva, koje su ili usvojene ili se razmatraju, a koje zahtijevaju da se proizvodi označavaju CE znakom. Više od jedne direktive se može primijeniti na dati proizvod.

Prve prepreke za obezbjeđivanje CE znaka mogu izgledati poražavajuće, posebno kada proizvođač uzme u obzir različite alternative da se proizvod prihvati u Evropi kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2.

Samo "Modul A" od devet alternativnih puteva za demonstriranje usaglašenosti proizvoda dozvoljava proizvođaču da samostalno deklarira proizvod da zadovoljava specifične zahtjeve određenih EU direktiva. Pošto mnogi proizvodi koje izvozimo u Evropu spadaju po opisu Modula A, proizvođači mogu samostalno postaviti CE znak, da bi demonstrirali usaglašenost svojih proizvoda sa zakonskim zahtjevima uspostavljenim u različitim EU direktivama.

2. TRGOVINSKE BARIJERE

Trgovinske barijere su ograničenja koja onemogućuju slobodan protok roba i sprečavaju lojalnu konkurenciju. Prema načinu manifestacije trgovinske barijere mogu biti:

- administrativne barijere (carinske, tarifne) i
- tehničke barijere.

Tehničke barijere generišu različiti tehnički propisi, standardi i različite procedure ocjenjivanja usaglašenosti proizvoda. One se pojavljuju jer proizvod mora zadovoljiti propise zemlje kupca i sve druge zahtjeve specificirane od strane kupca. (slika 3.).

Svjetska trgovinska organizacija (WTO) u koju su uključeno oko 150 zemalja 1995 godine definisala je sljedeće ciljeve:

- slobodna trgovina,
- definisanje transparentnih i predvidivih pravila i

- rješavanje međunarodnih trgovinskih sporova.

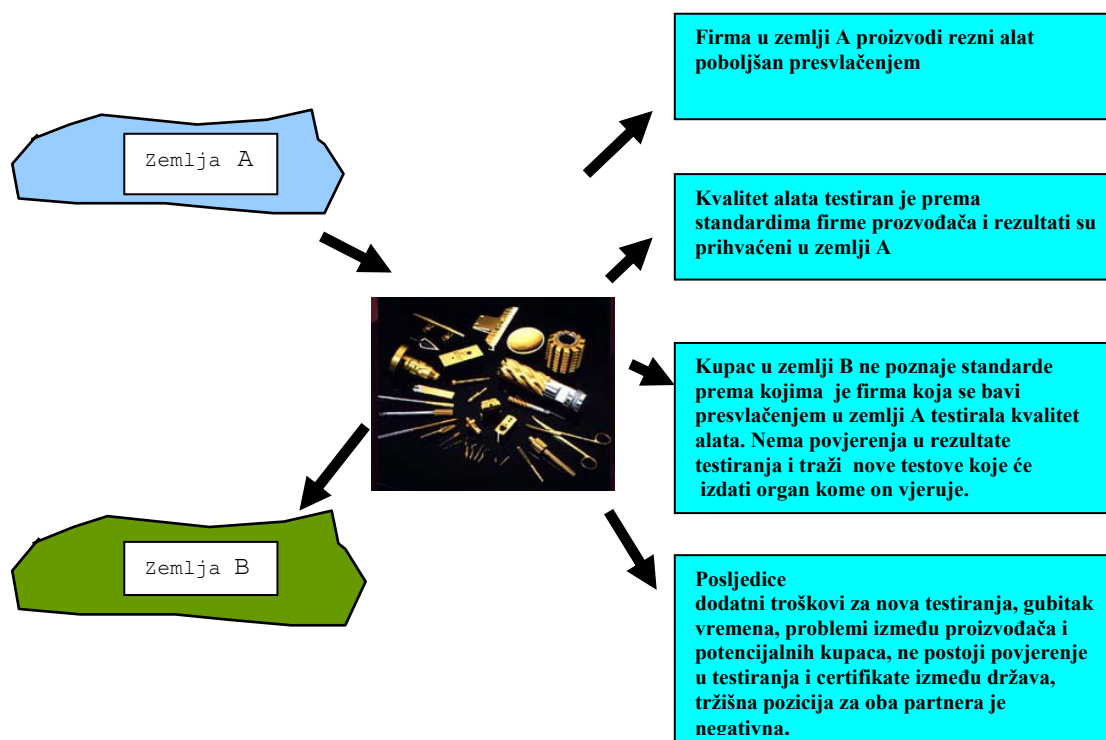
Osnovne oblasti djelovanja Svjetske trgovinske organizacije koncentrisane su preko tri osnovna sporazuma u oblasti trgovine:

- uklanjanje tehničkih barijera u trgovini (centar za informacije o tehničkim propisima, standardima, postupcima i tijelima za ocjenjivanje usaglašenosti proizvoda)
- poštovanje fitosanitarnih i sanitarnih mjera i
- trgovinski aspekti zaštite intelektualne svojine.

Uklanjanje tehničkih barijera u trgovini postiže se izgrađenom infrastrukturom ocjenjivanja usaglašenosti proizvoda. Postupci se mogu odvijati u regulisanoj i nereguliranoj oblasti. Regulirana oblast podrazumjeva procedure ocjenjivanja usaglašenosti proizvoda i izdavanje certifikata o tome pod nadzorom države. U nereguliranoj oblasti usaglašavanje je dobrovoljno a zahtjevi su definisani dobrovoljnim standardima ili tehničkim specifikacijama.

Direktive koje utiču na tehničke barijere:

- direktiva o procedurama ocjenjivanja usaglašenosti proizvoda i postavljanje CE znaka – 94/465/EEZ
- direktiva o opštoj bezbjednosti proizvoda – 2001/95/EEC
- direktiva o osiguranju informacija u oblasti tehničkih propisa i standarda – 83/189/EEZ
- posebne direktive za grupe proizvoda – prehranbeni proizvodi, tehnički proizvodi, motorna vozila itd.



Slika 3.

3. PREPORUKE ZA PROIZVOĐAČE

Proizvođač treba da obezbjedi kopije EU direktiva i da analizira dali se one odnose na proizvod za koji se želi izvršiti certifikacija. Evropska komisija ne objavljuje spisak proizvoda na koje se njihov zakon primjenjuje, oni traže od proizvođača da odredi primjenjivost EU direktiva na bilo koji proizvod. Evropski standardi koji osiguravaju tehničku definiciju za demonstriranje usaglašenosti sa osnovnim zahtjevima u EU

direktivama su objavljeni u Službenom listu Evropske zajednice. Iako se mogu koristiti i drugi nacionalni, regionalni i međunarodni standardi, Evropski standardi imaju prednost pošto ih Evropska komisija pretpostavlja da bi uputila na osnovne zahtjeve koji se nalaze u EU direktivama.

Raspoložive EU direktive i standardi omogućuju da se izvrši testiranje proizvoda tako što se odredi njegova usaglašenost sa odgovarajućim zakonskim zahtjevima i formira odgovarajući tehničko konstrukcioni dosije koji se čuva u firmi ili kod ovlaštenog predstavnika ili uvoznika. Tada se može postaviti CE znak na proizvod prije isporuke na tržište EU.

Prema tome u mnogim slučajevima proizvođači mogu sami izvršiti certifikaciju proizvoda i tako garantovati da zadovoljavaju zakonske zahtjeve koji su sadržani u EU direktivama. Postoje određeni proizvodi, kao što su medicinski uređaji i opasne mašine, koji zahtijevaju pregled i procjenu od treće strane, tada se procedura certifikacije odvija prema drugim modulima (slika 2).

Na kraju treba pripremiti deklaraciju o usaglašenosti. Ona treba da sadrži sljedeće informacije:

- identifikaciju proizvoda,
- usaglašenost sa Evropskim direktivama,
- standarde koji su korišteni da se verifikuje usaglašenost sa EU direktivama,
- naziv zvaničnog tijela ako se to zahtijeva,
- treba biti potpisana u ime proizvođača ili ovlaštenog predstavnika, čiji potpis treba biti identifikovan i naziv i adresu proizvođača.

Deklaracija o usaglašenosti i tehničko konstrukcioni dosije treba da budu napisani samo na engleskom jeziku, dok uputstva za upotrebu treba da budu napisana na lokalnom jeziku krajnjeg korisnika.

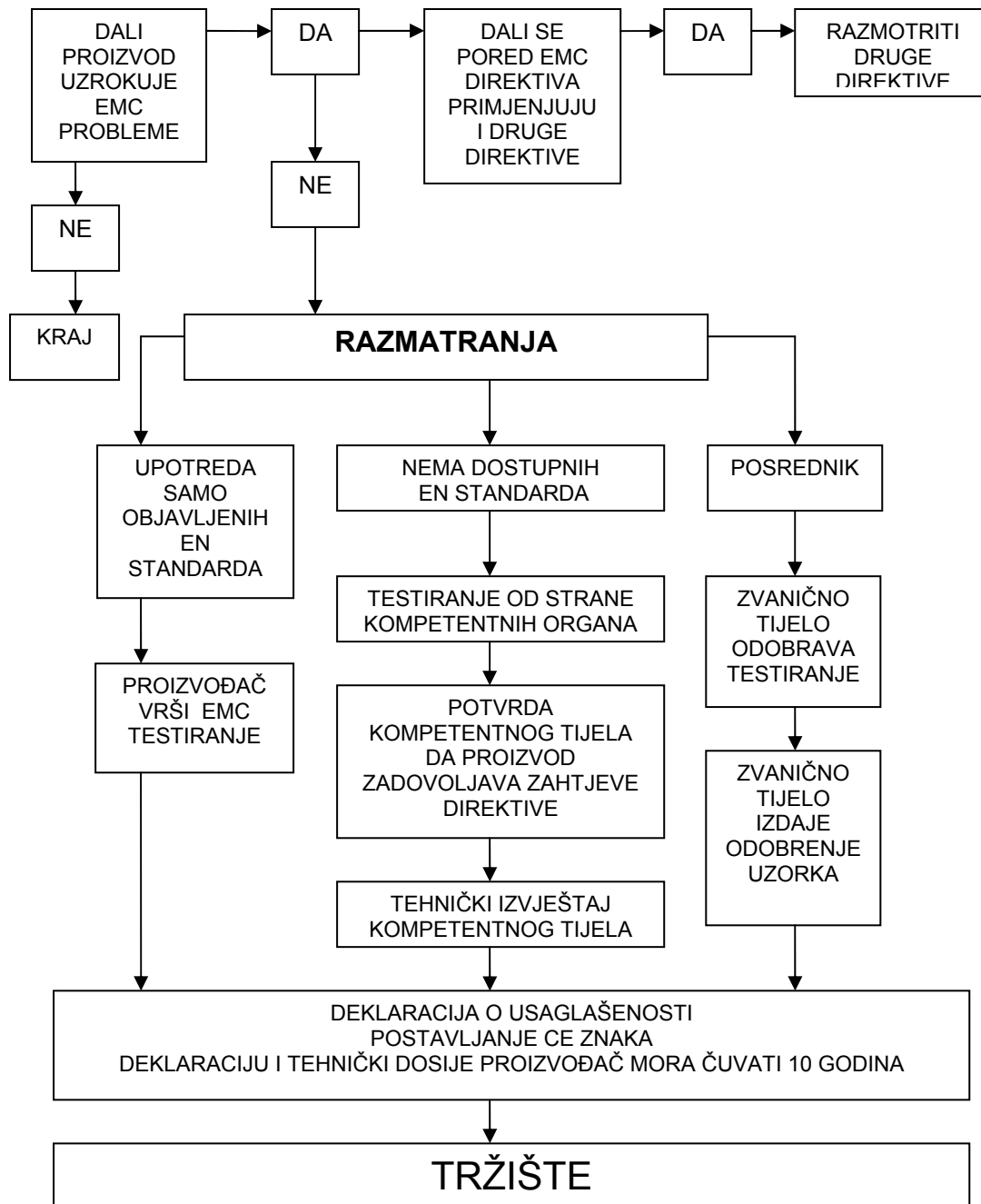
Važno je prilikom pregleda EU direktiva da se analiziraju svi mogući osnovni zahtjevi, imajući u vidu primjenjivost na proizvod i njegovu predvidivu upotrebu. Ako postoji bilo kakva sumnja da je potreban CE znak, preporučljivo je da se izvrši usaglašavanje proizvoda u odnosu na zakonodavne zahtjeve prije izvoza, jer može doći do uvećavanja troškova zbog kašnjenja ulaska proizvoda na Evropsko tržište, zbog mogućih barijera od strane carinskih službenika ili nekog konkurenta u EU. Osnovne aktivnosti proizvođača da bi se postavio CE znak na proizvod su:

1. Identifikovati sve primjenjive EU direktive
2. Procijeniti svoj proizvod po osnovnim zahtjevima koji su sadržani u EU direktivama.
3. Izabrati odgovarajući modul procjene usaglašenosti (slika 2); tj. samostalno sertifikovanje i izjava proizvođača po modulu A ili jedan od drugih modula gdje se zahtijeva primjena trećih strana.
4. Odrediti primjenjive standarde-međunarodni, evropski ili nacionalni.
5. Ako je potrebno, izabrati kompetentno tijelo da izvrši testiranja na proizvodu (ažurirani spisak ima Trgovinska komora).
6. Ako želite, izaberite ovlaštenog predstavnika za svoju kompaniju u EU.
7. Pripremiti tehničko konstrukcioni dosije, uključujući uputstva za rukovanje, posebno za proizvode visokog rizika.
8. Sakupiti odobrenja i sertifikate koji se traže i pripremiti Deklaraciju o usaglašenosti za svaku primjenjivu EU direktivu. Deklaracija o usaglašenosti i tehničko konstrukcioni dosije mogu biti na engleskom jeziku.
9. Postaviti CE znak u skladu sa zakonom (format CE znaka i odgovarajuća lokacija za njega su opisani u Direktivi 93/68/EEC od 22. jula 1993.

4. PRIMJER KOJI SE ODNOSI NA EMC DIREKTIVU

Mogućnosti da se pristupi jedinstvenom tržištu EU po osnovu zadovoljenja zahtjeva EU direktive o elektromagnetnoj kompatibilnosti (EMC Direktiva) prikazane su na slici 4. Dati su različiti scenariji koji se moraju razmotriti u samostalnom davanju izjave da proizvod zadovoljava osnovne zahtjeve koji su sadržani u EMC direktivi. Ova EU direktiva pokriva mnoštvo električnih proizvoda, kao što su: potenciometri za svjetlo, mašine za pranje, vakumski čistači, bojleri, uređaje za kuhanje, lampe, svjetleći uređaji, radio i TV prijemnici, telekomunikaciona oprema i oprema informacione tehnologije, naučne i medicinske instrumente

itd. Postoji izvjestan broj Evropskih standarda koje proizvođači mogu koristiti kao osnovu za testiranje na EMC zahtjeve. Ostale EU direktive se takođe mogu primjenjivati na dati proizvod.



Slika 4.

5. ZAKLJUČAK

Proizvodi koji ne nose CE znak i koji se ne pridržavaju EU direktiva, mogu biti zabranjeni za prodaju ili isključeni sa Evropskog tržišta. Proizvođači i autorizovani predstavnici ili bilo ko odgovoran za prodaju proizvoda na Evropsko tržište, mogu biti lično odgovorni za oštećenja ili povrede koje eventualno uzrokuje proizvod.

Svaka zemlja je odgovorna za primjenu zakona i kontrolu proizvoda, da bi se osiguralo da ispunjavaju potrebne zahtjeve. Firme i njihovi zaposleni, mogu biti pravno gonjeni ako se pronađu neusaglašenosti. Proizvodi koji nose CE znak, pokazuju da se proizvođač prilagodio zahtjevima zakonodavstva EU i mogu biti slobodno prometovani u okviru EU, bez daljih modifikacija ili testiranja.

Na globalnom tržištu može se pojaviti proizvod različitog nivoa kvaliteta ali ne može proizvod koji nije prošao odgovarajuću proceduru ocjenjivanja usaglašenosti

6. LITERATURA

- [1] Guide to the implementation of directives based on the New Approach and the Global Approach, Luxembourg: Official Publications of the European Communities, 2000.
- [2] Jovišević V.: PRIPREMA ZA OCJENJIVANJE USKLAĐENOSTI PROIZVODA U KONKRETNIM USLOVIMA, VIP-seminar: Strateški značaj ocjenjivanja usklađenosti proizvoda sa zahtjevima Evropske Unije, Sarajevo, 2003.
- [3] Marinković R.: Jedinostveni ekonomski prostor usklađen sa tržištem Evropske Unije, VIP-seminar: Strateški značaj ocjenjivanja usklađenosti proizvoda sa zahtjevima Evropske Unije, Sarajevo, 2003.
- [4] Jovišević V., Sapundzhiev G., Kovachev B., Iliev S.: PROJEKAT USAGLAŠAVANJA PROIZVODA FIRME "TOPLING" PRNJAVOR SA EU DIREKTIVAMA I EN STANDARDIMA, Finansiran od strane BAS Programa, Sarajevo, 2002.

REMOVING OF TECHNICAL BARRIERS FOR EXPORT OF PRODUCTS

Summary

This paper treats technical barriers which exist nowadays in products export and also possibilities of their superseding. On concrete example of implementation of European Directive of electromagnetic compatibility (EMC Directive), flow of product harmonization until setting of CE mark is shown.

PREDSTAVLJANJE TOLERANCIJA U STEP MODELU PROIZVODA

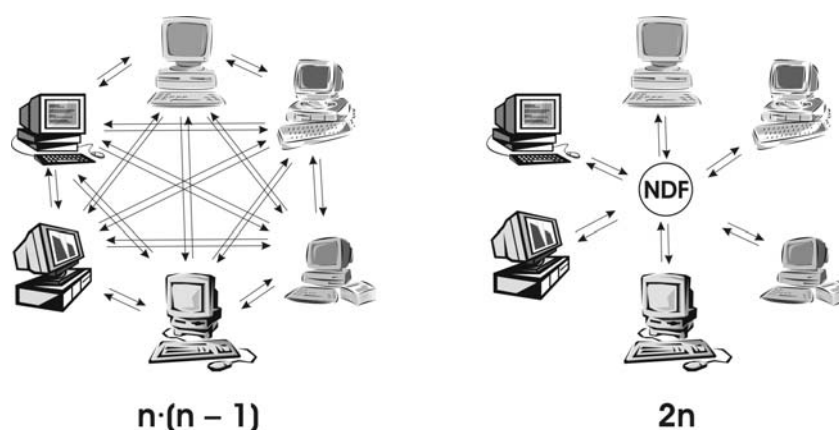
Rezime: Kompleksnost informacionih zahteva u vezi sa dimenzijama i tolerancijama (D&T) znatno je otežavala njihovu interpretaciju u okviru neutralnih formata za opis proizvoda u automatizovanim industrijskim aplikacijama. Prvi univerzalno primenljivi D&T informacioni model promovisan je pojavom STEP standarda ISO 10303. Ovaj rad daje prikaz delova ovog standarda koji propisuju formiranje STEP modela proizvoda koji sadrži kompletnu metrološku informaciju, kao i primer jednog jednostavnog dela čiji je D&T model formiran primenom ovog standarda.

Ključne reči: STEP, tolerancije, neutralni format podataka, EXPRESS.

UVOD

Od samog početka primene računara za odvijanje i integraciju različitih faza u procesu nastanka proizvoda javio se problem razmene podataka, najpre između različitih CAX modula (CAD, CAM, CAE, CAPP, CAQ), a zatim i između različitih proizvodno-poslovnih jedinica, kao nosilaca komplementarnog inženjerskog znanja, koje, u opštem slučaju, mogu svoje poslovanje bazirati na različitim hardversko-softverskim konfiguracijama. U prvom slučaju, problem se može rešiti korišćenjem nekog od komercijalnih softvera koji sadrži sve CAX podsisteme. Međutim, u drugom slučaju, za potrebe simultanog inženjerstva [1], ovaj problem je dosta složeniji i može se rešavati na više načina: (i) primenom istog CAX sistema tokom čitavog životnog veka proizvoda, kod svih entiteta koji učestvuju u procesu nastanka proizvoda, (ii) projektovanjem translatora koji prevodi formate CAX sistema različitih proizvođača jedan u drugi i (iii) razvojem neutralnog formata za razmenu podataka između različitih CAX sistema. Veliki broj komercijalnih CAX softvera čini veoma malom verovatnoću da bilo koja dva partnerska preduzeća poseduju licencirani softver istog proizvođača. Prednost trećeg navedenog pristupa nad drugim ilustrovana je slikom 1, na kojoj se vidi koliko je manje translatora potrebno koristiti za razmenu podataka između bilo koja dva od n softvera, ukoliko postoji neutralni format za razmenu podataka (NDF).

Gore ilustrovane prednosti dovele su do razvoja velikog broja neutralnih formata za razmenu podataka, od kojih su najpoznatiji IGES/PDES i CALS u SAD i VDA/FS, CAD*I i SET u Evropi. Međutim, tek je pojava serije standarda ISO 10303 (STEP) omogućila precizno i konzistentno definisanje metroloških obeležja u okviru računarskog opisa proizvoda.



Slika 1: Potreban broj translatora za razmenu podataka.

¹ Nenad Nešić, Mašinski fakultet u Beogradu, Katedra za proizvodno mašinstvo, 27. marta 80, nnesic@mas.bg.ac.yu, 011 3302 264

² Prof. dr Vidosav D. Majstorović, Mašinski fakultet u Beogradu, Katedra za proizvodno mašinstvo, 27. marta 80, majnem@eunet.yu, 011 3370 341

PROBLEM DEFINISANJA TOLERANCIJA U STARIJIM NEUTRALNIM FORMATIMA

Tolerancije definišu klasu delova koji su topološki identični sa njihovim nominalnim delom i koji su zamenljivi pri montaži i funkcionalno ekvivalentni. Nemoguće je u praksi proizvesti mašinski deo koji je apsolutno tačan. Tome doprinose: raznovrsnost fizičkih ograničenja proizvodnog procesa i procesa montaže, kao i svojstva materijala i ove se varijacije moraju još u projektnoj fazi obuhvatiti definisanjem prihvatljivih vrednosti za svaku dimenziju dela. Postavljeni cilj jednoznačnog definisanja tolerancija u okviru neutralnog formata za razmenu podataka, nosi sa sobom dve grupe problema, koje će biti opisani u nastavku teksta.

Najpre, tolerancije se obično određuju tako da ispune funkcionalne zahteve montaže i kada se delovi proizvode na različitim lokacijama. To znači da je u velikom broju slučajeva (v. tab. 1, kolona 2) nemoguće govoriti o tolerancijama kao inherentnim svojstvima jednog dela, već se najčešće mora uzeti u obzir mesto i povezanost dela u strukturi tog proizvoda.

Druga grupa problema se odnosi na sledeće: tokom konceptualnog projektovanja u ranim fazama nastanka proizvoda, projektanti barataju sa nominalnim dimenzijama dela, dok se najveći deo tolerancija (dimenzija, oblika, položaja) definiše tek nakon što se razmotre tehnološki i ekonomski aspekti. Dakle, trebalo je naći način da se metrološke informacije, u vidu D&T modela (dimenzionisanje i tolerancije) uključe u proces projektovanja proizvoda, tako da se ne naruši prirodan put nastanka projekta na koji su inženjeri navikli. Osim toga, postavljeni D&T model mora biti nezavisan u odnosu na geometrijski model, ne samo u pogledu vremena nastanka, već i u odnosu na tip primenjenog modela geometrijske prezentacije (da li je, npr., B-rep ili CSG).

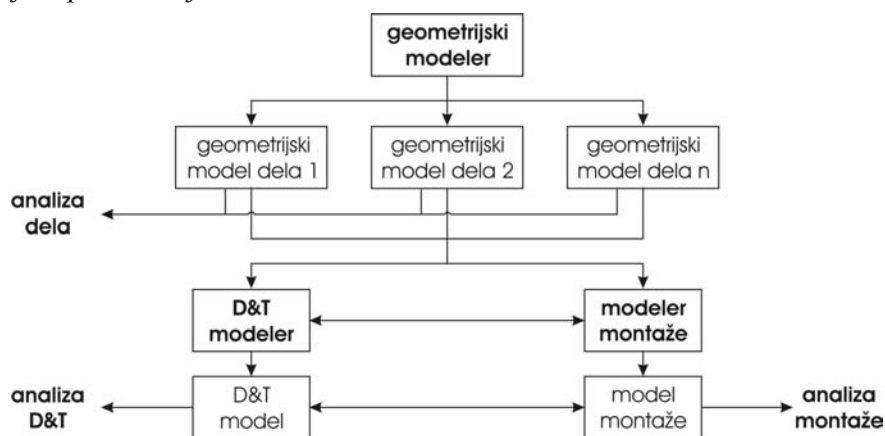
Interakcija geometrijskog, montažnog i D&T modela u procesu projektovanja proizvoda predstavljena je slikom 2.

Iz gore navedenih razloga, raniji pokušaji standardizacije formata za razmenu podataka nisu uspešno rešavali problem definisanja tolerancija. Na primer, u IGES formatu se mogu definisati sledeće kategorije karakteristika dela [2]: (i) administrativne (identifikacija i struktura), (ii) projektovanje/analiza (idealizovani modeli), (iii) osnovni oblik (geometrijski, topološki), (iv) dodatne fizičke karakteristike (dimenzije i tolerancije, osobena svojstva), (v) proizvodna informacija, (vi) informacija o vrsti grafičke prezentacije. IGES, međutim, ne daje informaciju o strukturi proizvoda.

Pomoću slike 3, ilustrovan je način prikazivanja metrološke informacije u kodu u IGES fajlu [3, 4]. Ostale informacije koje nisu opisane na slici odnose se na pozicije, dimenzije, debljine linija i druge geometrijske karakteristike date dimenzije. Ipak, ovaj pristup nosi sa sobom sledeće nedostatak: D&T model nije nezavisan od primenjenog modela geometrijske prezentacije dela.

Tabela 1: Klasifikacija tolerancija prema ISO 1101

Tolerancija	Klasifikacija prema broju uključenih obeležja
dužinska	tolerancije jednog obeležja
uglovna	
prečnik/radijus	
ravnost	
pravost	
kružnost	tolerancije jednog ili više povez. obeležja
cilindričnost	
oblik linije	
profil površine	tolerancije koje povezuju više obeležja
upravnost	
uglovnost	
paralelnost	
radijalno bacanje	
aksijalno bacanje	
položaj	
koncentr. i koaksijaln.	
simetričnost	



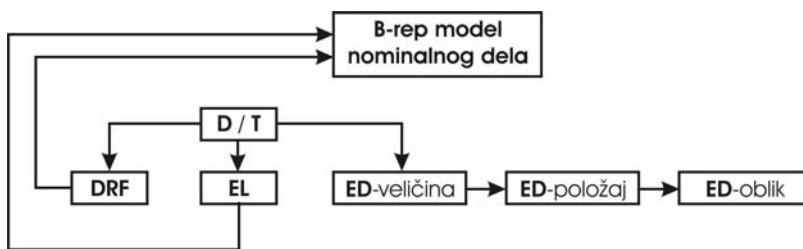
Slika 2: Interakcija geometrijskog, montažnog i D&T modela proizvoda.

opšti oblik označavanja entiteta	dimenzija je data u inčima	nominalna mera karakteristike
212,3,5,0.66,0.18,1,,0.0,0,0,5.45,7.16,0.0,5H85.00,5,0.63,0.18		25P0000014
1,,0.0,0,0,6.17,7.034,0.0,5H-0.02,5,0.6,0.18,1,,0.0,0,0,6.185		25P0000015
7.286,0.0,5H+0.01	donje granično odstupanje	25P0000016
	gornje granično odstupanje	

Slika 3: Geometrijska i metrološka informacija u IGES fajlu.

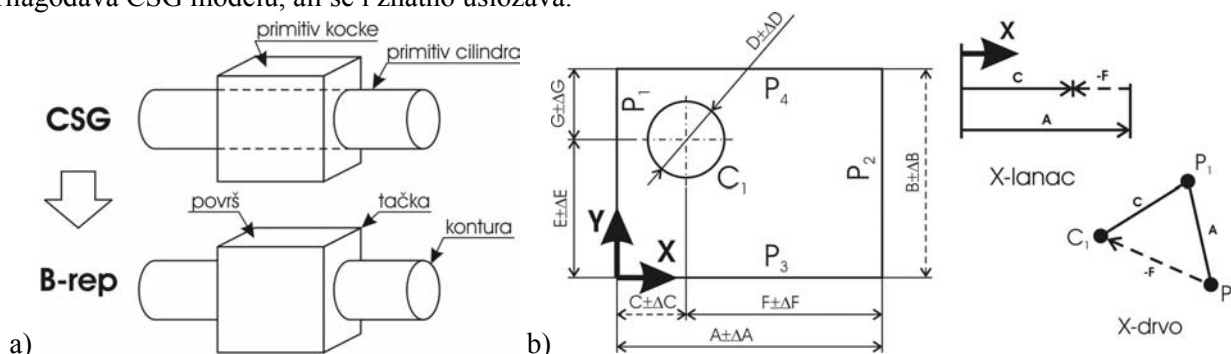
Ovde će biti pomenut još jedan D&T model, opisan u [5] i koji, pored prednosti koja se odnosi na jednostavnost, takođe nije nezavisan od modela geometrijske prezentacije.

Ukoliko je model geometrijske prezentacije B-rep, tada se za predstavljanje metrološke informacije koristi niz eksplicitno definisanih skupova podataka, tzv. „čvorova” (slika 4): (i) D/T – definiše tip tolerancije, (ii) DRF (Datum Reference Frame) – definiše referentne elemente za odgovarajući tip tolerancije, (iii) EL (Entity Linking) – povezuje skup entiteta u B-rep sa odgovarajućim D/T čvorom (dodeljuje entitetima tolerancije), i (iv) ED – čuvaju specifične vrednosti tolerancija, koje mogu da se odnose na veličinu, položaj ili oblik. Ovaj model se naziva EDT (evaluated D&T) model.



Slika 4: EDT model.

Ukoliko je model geometrijske prezentacije dela CSG, tada se tolerancije mogu predstaviti na dva načina: (i) svodenjem CSG na B-rep, (slika 5.a), čime se gube prednosti ovog prvog modela, ili (ii) korišćenjem primitiva poluprostora, (slika 5.b), čime D&T model dobija treću dimenziju i time se prilagođava CSG modelu, ali se i znatno usložava.



Slika 5: D&T model, za deo sa CSG prezentacijom.

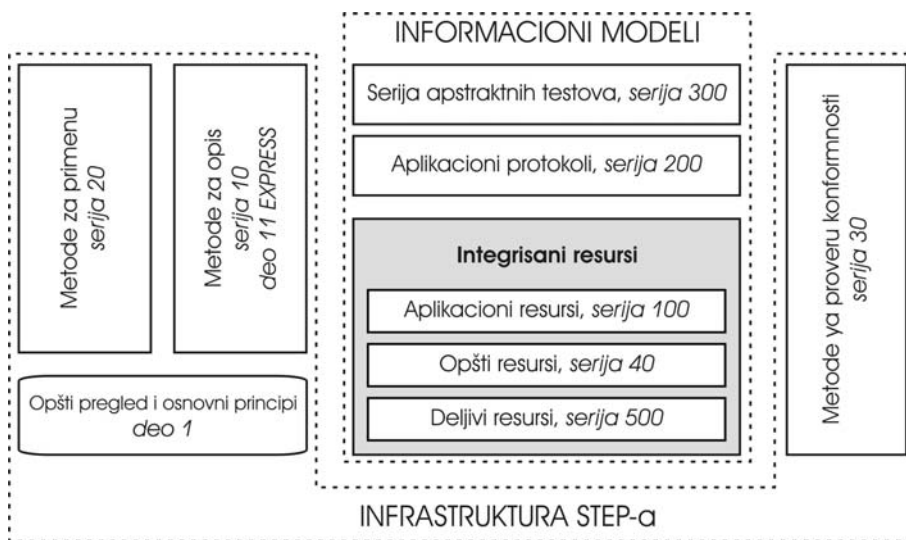
STANDARDI ISO 10303 (STEP)

Nedostaci svih prethodno navedenih pristupa doveli su do formiranja STEP inicijative (STandard for Exchange of Product model data), podržane s obe strane Atlantskog okeana, u Americi prvenstveno kroz IPO (IGES/PDES Organization), a u Evropi ProSTEP (nemačka automobilska industrija). Ta inicijativa je devedesetih godina prošlog veka rezultirala serijom standarda ISO 10303, koji su obuhvatili sva pozitivna iskustva prethodnih neutralnih formata i rešili preostale probleme, uključujući i definisanje metrološke informacije o proizvodu.

ISO 10303 je međunarodni standard za prezentaciju i razmenu podataka o proizvodu putem računara.

Cilj standarda je obezbeđivanje neutralnog mehanizma sposobnog za opisivanje proizvoda kroz čitav njegov životni ciklus, nezavisno od bilo kog pojedinačnog sistema [6]. Priroda tog opisa je takva da je pogodna ne samo za razmenu podataka, već daje i osnovu za implementaciju i zajedničko korišćenje baza podataka o proizvodu, kao i za njihovo čuvanje.

ISO 10303 ima modularnu, a time i veoma fleksibilnu arhitekturu. Sas-toji se od 6 serija zasebno odštampanih delova (sl. 6).



Slika 6: Arhitektura STEP standarda.

DEFINISANJE TOLERANCIJA U OKVIRU STEP MODELA PROIZVODA

Ne ulazeći dublje u sadržaj svakog od ovih delova standarda, navodimo one delove koji opisuju načine prezentovanja metrološke informacije u STEP modelu proizvoda, tj. za definisanje D&T modela proizvoda:

- ISO 10303-11:1994 – Referentni priručnik za EXPRESS jezik,
- ISO 10303-21:2002 – Struktura za razmenu tekstualnog koda,
- ISO 10303-42:2000 – Geometrija sa predstavljanjem topologije,
- ISO 10303-47:1997 – Tolerancije,
- ISO 10303-519:2000 – Deljivi resursi: geometrijske tolerancije.

ISO 10303-11:1994 – Referentni priručnik za EXPRESS jezik

EXPRESS je ime formalnog jezika za specificiranje informacionih zahteva vezanih za proizvod, za sve ostale delove standarda ISO 10303. Njegove osnovne karakteristike su:

- EXPRESS nije programski jezik, ali je ipak apsolutno formalan i normiran, što ga čini podjednako primenljivim i za ljudsku i za računarsku komunikaciju;
- fokusira se na definisanje *entiteta (entities)*, koji predstavljaju objekte od interesa, zajedno sa njihovim karakteristikama i ograničenjima na određenom domenu. Entitetima se pridružuju odgovarajuća obeležja – *atributi (attributes)*;
- visoka modularnost – elementarna struktura za definisanje entiteta i pridruživanje odgovarajućih atributa, kao i komunikaciju je *shema (schema)*;
- jezik je u najvećoj meri uspeo da izbegne pojedinačne aspekte primene, već daje generalni pristup, dok se smernice za primenu daju u posebnim delovima, koji pripadaju seriji aplikacionih protokola.

Za prezentaciju shema može se koristiti i grafička verzija EXPRESS jezika – EXPRESS-G.

ISO 10303-42:2000 – Geometrija sa predstavljanjem topologije

Ovaj standard daje sheme za opis pojedinačnih delova proizvoda na kojima se razmatraju metrološka obeležja, bez obzira na vrstu prezentacije koja se koristi u konkretnim CAD softverima, kao i njihovo mesto u ukupnoj strukturi proizvoda i interakcije sa ostalim delovima.

Najvažniji entiteti koji se definišu u okviru ovog dela standarda su *part*, *datum_reference_frame* i *mating_relationship*, detaljnije objašnjeni tabelom 2 [7].

Tabela 2: Entiteti i atributi, primer.

ENTITETI (objekti od interesa)	ATRIBUTI (pridružene dimenzije i tolerancije)
ENTITY part name : label; of_product : product_definition; feature_component : SET OF [1:?] shape_aspect; END ENTITY;	<i>Name</i> je naziv dela. <i>Of_product</i> je naziv proizvoda kome taj deo pripada. <i>Feature_component</i> je niz obeležja koje pripadaju tom delu.
ENTITY datum_reference_frame name : label; of_part : part; components : SET OF [1:?] shape_aspect; END ENTITY;	<i>Name</i> je naziv referentnog elementa (DRF). <i>Of_part</i> je naziv dela kome taj DRF pripada. <i>Component</i> predstavlja niz sastavnih <i>datum</i> -a koji sačinjavaju taj DRF.
ENTITY mating_relationship; name : label; mating_constraint : mating_type; related_part : SET OF [1:2] part; shape_aspect_applied_to : SET OF [1:?] shape_aspect; END ENTITY;	<i>Name</i> je naziv veze – <i>mating</i> . <i>Mating_constraint</i> definiše o kom od <i>mating_type</i> se radi. <i>Related_part</i> je niz delova koje taj tip veze ograničava. <i>Shape_aspect_applied_to</i> predstavlja niz <i>shape_aspect</i> koje taj tip veze ograničava.

ISO 10303-47:1997 – Tolerancije

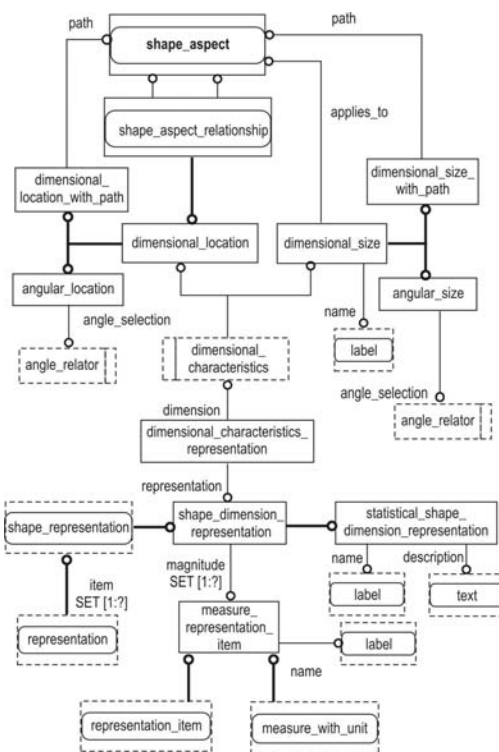
Najvažnije sheme koje se koriste u ovom delu standarda su *shape_dimension_schema*, *shape_tolerance_schema* i *shape_aspect_definition_schema*.

Prva od njih, *shape_dimension_schema*, opisuje dimenzione karakteristike dela; ona daje konkretne vrednosti dimenzija, na koje se karakteristike konformnosti odnose, mernu putanju, kao i vrednosti tolerancija (IT, granična odstupanja, parametre lokacije i disperzije ...). Pored toga, ova shema opisuje i položaj dela u strukturi proizvoda i njegove odnose sa drugim delovima. Slikom 7 ilustrovana je specifikacija ove sheme u EXPRESS jeziku i njenoj grafičkoj podvarijanti EXPRESS-G [6].

```

SCHEMA shape_dimension_schema;
REFERENCE FROM qualified_measure_schema
  (measure_representation_item,
   qualified_representation_item);
REFERENCE FROM
product_property_representation_schema
  (shape_representation);
REFERENCE FROM product_property_definition_schema
  (shape_aspect,
   shape_aspect_relationship);
REFERENCE FROM support_resource_schema
  (label,
   text);
TYPE angle_relator;
TYPE dimensional_characteristic;
ENTITY angular_location;
ENTITY angular_size;
ENTITY dimensional_characteristic_representation;
ENTITY dimensional_location;
ENTITY dimensional_location_with_path;
ENTITY dimensional_size;
ENTITY dimensional_size_with_path;
ENTITY shape_dimension_representation;
END_SCHEMA;

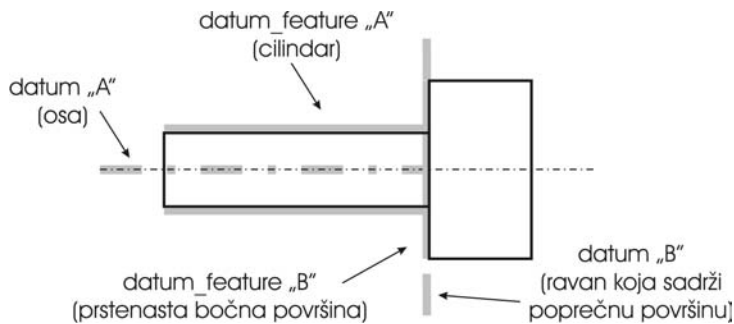
```



Slika 7: shape_dimension_schema.

Sledeća shema, *shape_tolerance_schema*, definiše strukturu podataka koji se odnose na dimenzione i geometrijske tolerancije a koje mogu uključivati jedno ili više obeležja. Geometrijske tolerancije koje se odnose na jedno obeležje (v. tabelu 1), definišu se preko entiteta *geometric_tolerance*, a one koje uključuju više obeležja preko entiteta *geometric_tolerance_with_datum*. Specifikacija ove sheme ovde nije data, zbog ograničenog mesta.

Treća shema, *shape_aspect_definition_schema*, daje sistem obeležja dela kojih se tolerancije dotiču. Ona definiše prostorne karakteristike oblika potrebnih za dimenzionisanje i tolerancije, što je ilustrovano slikom 8 [6]. Najvažniji entiteti ovde su: *datum*, koji definiše obeležje na koje dimenzije i tolerancije odnose i *derived_shape_aspect* – izveden iz definisanog oblika proizvoda, ali koji nije neophodan za definisanje tog oblika.



Slika 8: Entiteti datum i datum_feature.

ISO 10303-519:2000 – Deljivi resursi: geometrijske tolerancije.

Razmatra deljive resurse koji se odnose na geometrijske tolerancije oblika i položaja, a to su sledeći entiteti: *angularity_tolerance* (uglovnost), *coaxiality_tolerance* (koaksijalnost), *concentricity_tolerance* (koncentričnost), *cylindricity_tolerance* (cilindričnost), *flatness_tolerance* (ravnost), *position_tolerance* (tolerancije položaja) i slično. Dakle, izvan oblasti razmatranja ovog standarda ostaju samo dimenzione tolerancije, poput graničnih odstupanja i IT tolerancija. Ovaj standard daje gotove module EXPRESS specifikacija od kojih se grade sheme opisa metroloških obeležja proizvoda.

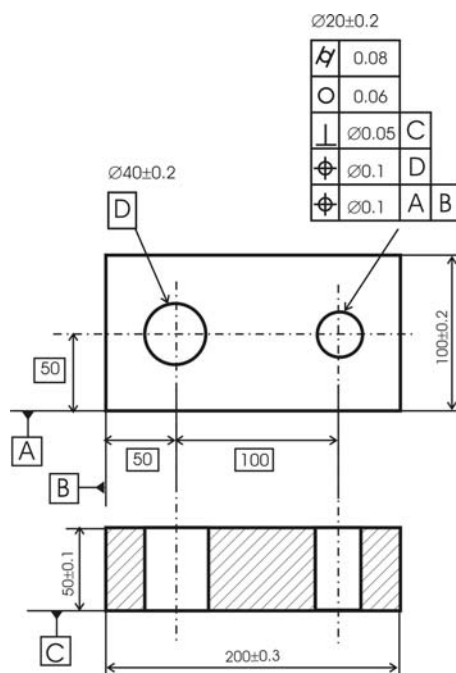
ISO 10303-21:2002 – Struktura za razmenu tekstualnog koda,

Ovaj deo standarda definiše neutralni tekstualni fajl, pogodan za računarsku razmenu podataka, kojim se EXPRESS specifikacije jednoznačno mogu prevesti u ASCII kod. Primer jednog takvog koda, generisanog za ploču sa dva otvora, dat je slikom 9 (sa značajnim modifikacijama preuzeto iz [7]).

```

#200 =SHAPE_ASPECT ('holeB', ' ', $, .F.);
#340 =SI_UNIT (*, .MILLI., .METRE.);
#900 =DATUM ('holeA', 'primary', $, *, ' D ');
#960 =DATUM_REFERENCE (#900, 1);
#1030 = MEASURE_WITH_UNIT (LENGTH_MEASURE (0.06),
#340);
#1050 = MEASURE_WITH_UNIT (LENGTH_MEASURE (0.1),
#340);
#1120 = SIMPLE_TOLERANCE_ZONE ('The tolerance zone is
limited by two concentric circles separated by t');
#1140 = SIMPLE_TOLERANCE_ZONE ('The tolerance zone is
limited by a circle of diameter t');
#1210 = TOLERANCE_ZONE (#1120);
#1230 = TOLERANCE_ZONE (#1140);
#1300 = TOLERANCE_ELEMENT (#1030, #200, #1210);
#1320 = TOLERANCE_ELEMENT (#1050, #200, #1230);
#1370 = GEOMETRIC_TOLERANCE_WITH_DATUM_
REFERENCE ('position_tolerance', #1320, (#960));
#1410 = GEOMETRIC_TOLERANCE ('circularity_tolerance',
#1300);
#1440 = SHAPE_ASPECT ('datumA', ' ', $, .F.);
#1450 = SHAPE_ASPECT ('datumB', ' ', $, .F.);
#1460 = SHAPE_ASPECT ('datumC', ' ', $, .F.);
#1470 = DATUM_REFERENCE_FRAME ('A_DRF1', $,
(#1440, #1450, #1460));

```



Slika 9: Primer tekstualnog koda u neutralnom formatu.

ZAKLJUČAK

STEP standardi serije ISO 10303 obezbeđuju efikasan način za sveobuhvatno predstavljanje dimenzija i tolerancija u neutralnom formatu, pri razmeni podataka o proizvodu, što daje neophodnu osnovu za potpunu integraciju proizvodne metrologije sa proizvodnom tehnologijom. Značaj ovih standarda za naučna istraživanja i industrijsku primenu ukazuje na neophodnost hitnog usvajanja ovih standarda u sistemu JUS standarda, kako bi se omogućila njihova primena i u našoj proizvodnoj i naučno-istraživačkoj praksi.

REFERENCE

- [1] Lužanin, O., Hodolič, J., Zeljković, Ž., *Leksička i sintaksna analiza u kontekstu postprocesiranja STEP datoteke za razmenu podataka o proizvodu*, 23. JUPITER konferencija, 10. simpozijum CAD/CAM, Zbornik radova, str. 97-102, Beograd, 1997.
- [2] Smith, B., Rinaudot, G, Reed, K., Wright, T., *Initial Graphics Exchange Specification (IGES), version 4.0*, Final Report, US Department of Commerce, National Bureau of Standards, Gaithersburg, 1988.
- [3] Zhang, G. X., Liu, S. G., Ma, X. H., Wang, J. L., Wu, Y. Q., Li, Z., *Towards the Intelligent CMM*, Proceedings of the CIRP, Vol.1, Session P, Paris, 2002.
- [4] Majstorović, V., Nešić, N., *Razvoj modela ekspertnog sistema za inspekciju*, Časopis "Kvalitet", Vol.12, No.9-10, str.80-84, Beograd, 2003.
- [5] Bedworth, D., B., Henderson, M., R., Wolfe, P., M., *Computer-integrated Design and Manufacturing*, McGraw-Hill, 1991.
- [6] ISO 10303, parts 1, 11, 21, 42, 47, 519, ISO, Geneva, 1994-2000.
- [7] Tsai, J.-C., Chuang, T.-C., Guo, D.-N., *Development of a Step-based Dimensioning and Tolerancing Data Model*, Proceed. of National Science Council ROC (A), Vol. 22, No. 6, pp. 831-840, Taipei, 1998.

Nešić, N., Majstorović, V.,

DIMENSIONING AND TOLERANCING IN PRODUCT MODEL USING STEP

Resume: Complexity of information requirements relating to dimensioning and tolerancing (D&T) of a product was a significant obstacle for developing an universal neutral data format for product information exchange in industrial automation systems. The first standard achieving this goal has been STEP (ISO 10303 series of standards). This paper reviews the parts of this standard relating to product metrological information and presents a simple case study.

Key Words: STEP, tolerances, neutral data format, EXPRESS.



M. Teslić-Aleksić^{*)}

PRAVCI RAZVOJA TAHOGRAFA SA ASPEKTA POUZDANOSTI

Povećanje bezbednosti saobraćaja je danas veoma aktuelna tema, kako u svetu, tako i kod nas, i njoj se pridaje sve veći značaj i ulažu velika materijalna sredstva.

Povećanje bezbednosti saobraćaja, između ostalog, može se ostvariti povećanjem pouzdanosti tahografa tj. nadzornog uređaja za kontrolu rada vozača i kretanja vozila u drumskom saobraćaju.

Napred navedeno uslovljava stalni razvoj tahografa, kako u tehničko-tehnološkom smislu, tako i u smislu pooštavanja zakonske regulative, koja se odnosi na upotrebu tahografa u saobraćaju.

1. UVOD

Bezbednost saobraćaja predstavlja danas jedan od najvećih problema u svim zemljama sveta. Veliki broj saobraćajnih nesreća koje se svakodnevno dešavaju, uslovljavaju postavljanje zahteva da se bezbednost saobraćaja značajno poveća, odnosno da se preduzmu adekvatne mere, koje se odnose na: odgovarajuće ponašanje vozača u saobraćaju, obezbeđenje visoke pouzdanosti vozila u smislu verovatnoće ispravnog rada, kao i visokih kvaliteta puteva.

Da bi se vozilo moglo koristiti u javnom saobraćaju ono mora da ispuni određene zahteve, koji se odnose na konstrukcijske osobine vozila, performanse vozila (sa stanovišta aktivne i pasivne bezbednosti vozila), i opremljenosti vozila uređajima i opremom značajnom za bezbednost saobraćaja.

Na bezbednost saobraćaja u velikoj meri utiče dodatna oprema koja se ugrađuje u svako vozilo, za koje je to zakonom propisano, a kojom se kontroliše rad vozača i kretanje vozila u saobraćaju, tzv. tahografi.

Istražujući problem eksploatacije tahografa u nas, uočila sam da tahograf, kao merilo koje je sastavni deo autobusa i teretnih vozila, i kojim se obezbeđuju sve relevantne informacije o radu vozača i vozila, može indirektno uticati na bezbednost saobraćaja, sa dva aspekta: kao uređaja sa koga se očitavaju podaci koji definišu uzrok saobraćajne nezgode, i kao uređaja usled čije neispravnosti se može ugroziti bezbednost saobraćaja.

U tom smislu se može govoriti o povećanju bezbednosti saobraćaja sa aspekta povećanja pouzdanosti tahografa.

2. RAZVOJ TAHOGRAFA SE CILJEM POVEĆANJA POUZDANOSTI

Tahografi su po definiciji uređaji koji se koriste za pokazivanje i zapis trenutne brzine vozila, pređenog puta i drugih parametara (na primer dnevni odmor, druge vrste radnih aktivnosti posade vozila, radnih vremena voznog osoblja, signalizaciju prekoračenja dozvoljene brzine, itd.) u funkciji vremena.

Tahograf i njegova primena u saobraćaju su nastali kao posledica težnje vlasnika voznih parkova da imaju što precizniji uvid u racionalnost upotrebe vozila. Posmatrajući istorijski razvoj ovog uređaja uočava se tendencija sprečavanja zloupotreba od strane vozača i povećanje broja zapisanih podataka na tahografskom listiću.

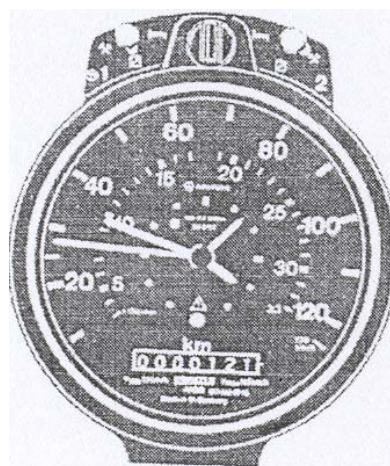
^{*)} Mr Maja Teslić-Aleksić, dipl. maš. inž., Zavod za mere i dragocene metale, Beograd, Mike Alasa 14, tel.: 3282-736/118, E-mail: zelenika@szmdm.sv.gov.yu

Od početka proizvodnje i korišćenja tahografa, pa sve do danas, konstrukcija i namena tahografa se ne prekidno menjala i usavršavala.

Povećanjem zahteva za visokom tačnošću i pouzdanošću, došlo je do razvoja tahografa od običnih ili tzv. "putopisača" (Sl. 1), do tzv. eurotahografa (Sl. 2), koji pored toga što ispunjavaju funkciju običnih tahografa (praćenje trenutne brzine i pređenog puta u jedinici vremena), služe i kao uređaji za zapis svih vrsta radnih aktivnosti za članove posade.



Slika 1



Slika 2

Prema konstrukciji, tahografi su se razvijali od mehaničkih do elektronskih i digitalnih tahografa.

Mehanički tahografi informaciju o pređenom putu dobijaju preko gipkog vratila (tzv. sajle), preko koje se prenosi broj obrtaja sa izlazne osovine menjača ili diferencijala do tahografa i pretvara u kretanje kazaljke, brojača i pisaa tahografa.

Kod elektronskih tahografa se na menjaču, odnosno diferencijalu nalazi neki od pretvarača mehaničkog kretanja u elektronske impulse (davač impulsa) koji se pretvaraju u pokretanje kazaljke, pisaa i brojčanika putem elektronskih ploča. Ovi tahografi su pouzdaniji od mehaničkih, imaju manje delova podložnih otkazima u radnom veku merila, i daju šire mogućnosti pri korišćenju.

Digitalni tahografi na mestu običnog davača impulsa imaju «inteligentni» davač brzine, odnosno mali računar integrisan sa davačem impulsa, koji na licu mesta kodira informacije, koje se serijskom komunikacijom razmenjuju sa glavnim računarom u tahografu. Paralelno sa kodiranom komunikacijom je i linija uobičajenih pravougaonih impulsa. Računar u tahografu na taj način upoređuje dve informacije, koje ukoliko nisu usklađene, registruje i signalizira vozaču kao pojavljivanje otkaza. Ovi tahografi svojim karakteristikama moraju da odgovaraju zahtevima tehničke specifikacije za novu generaciju tahografa (regulativa 3821/85 EU i regulativa 2135/98 EU). Ovo se odnosi na način beleženja podataka koje registruje tahograf. Za razliku od mehaničkih i elektronskih tahografa koji imaju tradicionalni sistem za zapisivanje podataka na traci ili tahografskom listiću, digitalni tahografi za pamćenje i prenos podataka imaju kartice sa memorijskim integralnim kolom, tzv. «smart» kartice.

Cilj uvođenja ovih kartica je da se poveća pouzdanost tahografa, odnosno da se smanji mogućnost otkaza delova tahografa, smanjenje mahinacija sa dijagramskim listićima, kao i da se olakša prenos podataka u računare vlasnika vozila, organe bezbednosti saobraćaja, servisere, i dr., čime se ubrzava i povećava tačnost analize podataka.

Napretkom tehnologije došlo je do promena i u korišćenim materijalima. Umesto nekada obaveznog metala, danas se isključivo koriste plastične mase.

Takođe se i izgled tahografa umnogome izmenio. Od glomaznih i teških uređaja, do modernih tahografa, koji su praktično konstruktivni delovi komandne table.

3. ZAKONSKA REGULATIVA U OBLASTI TAHOGRAFA

Tahograf, zbog svoje važnosti, predstavlja predmet razmatranja niza propisa i zakona. Jednima se reguliše pitanje tačnosti merila, a drugima obaveza postojanja i upotrebe.

Postojeća zakonska regulativa je veoma potrebna i značajna sa stanovišta uticaja na bezbednost saobraćaja i zaštitu okoline.

Evropska Unija je u oblasti transportne politike propisala direktivu No 88/599/EEC i regulative No3821/85 i No 2135/98, za opremu za zapis u drumskom saobraćaju. Propisi EZ su pod direktnim uticajem Udruženja drumskih prevoznika (AETR).

Razvoj tahografa koji je počivao samo na želji vlasnika vozila da vrše nadzor nad upotrebom svojih vozila, nije donosio bitne promene u pogledu bezbednosti saobraćaja. Bitan pomak je izvršen tek potpisivanjem AETR-a o radnim vremenima posade vozila. Proizvođači tahografa su tada razvili uređaj koji osim osnovnih podataka, može beležiti i odgovarajuće radne aktivnosti i vreme odmora. To je tzv. eurotahograf, prema odredbama regulative EC 3821 iz 1985. godine. Ova regulativa propisuje uslove pod kojima treba da se primenjuju eurotahografi, zahteve koje oni moraju da ispune u pogledu svojstava konstrukcije, ispitivanja, instalacija na vozilu i kontrole i inspekcije, kao i poostupak ispitivanja tipa tahografa u nacionalnoj metrološkoj instituciji.

Naši nacionalni propisi (Pravilnik o metrološkim uslovima i Metrološko uputstvo za nadzorne uređaje za kontrolu rada vozača i kretanja vozila u drumskom saobraćaju) su u saglasnosti sa regulativom No 3821/85, koja se odnosi na eurotahografe, kakvi trenutno moraju biti ugrađeni u sve autobuse i teretna vozila u drumskom saobraćaju u Evropi.

Zbog analogne tehnike zapisa eurotahografa i niskog nivoa zaštite od mahinacija, u EZ se već niz godina razmatra zamena analognih uređaja sa digitalnim tahografima sa visokim stepenom zaštite i sa podacima na medijumu koji se lako prenose do računara firme za automatsku obradu podataka. Tako je dalji razvoj tahografa u cilju povećanja pouzdanosti tahografa i bezbednosti saobraćaja, uslovio i pooštavanje zakonskih propisa regulativama No 2135/98 i No 3821/02, koji se odnose na tehničke specifikacije za novu generaciju digitalnih tahografa.

Iako je 2002. godine potpisan i Aneks 1b regulative 3821/02, koji propisuje početak obavezne ugradnje digitalnih tahografa na sva novoproduzvana vozila (13.06.2004.), i zamenu analognih tahografa na vozilima u upotrebi, u slučaju njihovog otkaza, digitalnim tahografima; do odlaganja primene digitalnih tahografa moglo bi doći zbog:

- otpora proizvođača analognih uređaja, kao i razvoja tzv. «smart» («pametnih») kartica;
- administrativnih razloga, usled čega bi vozačke kartice morala da izdaje nacionalna institucija (što bi izazvalo smetnje pri gubitku kartice, pogotovo stranih vozača, zbog različitih nacionalnih zakona drugih država).

Otuda bi se ugradnja digitalnih tahografa mogla prolongirati i do naredne, a možda čak i do 2006. godine.

4. ZAKLJUČAK

Razvoj tahografa u svetu stalno napreduje. Tahografi današnjice, pored podataka o trenutnoj brzini vozila, pređenom putu i radnim aktivnostima posade vozila, mogu da obezbede i podatke o korišćenim režimima rada motora, načinu vožnje, potrošnji goriva i sl., kao i da obezbede signal za dozvoljeno otvaranje vrata na autobusu samo kada je u stanici.

Tendencija je da tahograf sutrašnjice bude takav da zbog svoje preciznosti i pouzdanosti omogući racionalizaciju vremena, primenom elektronskih kartica i računara za prikupljanje, prenos podataka i analizu parametara vožnje, što bi transport učinilo još efikasnijim.

LITERATURA

1. *Ivanović, G.; Stanivuković, D.*: "Pouzdanost tehničkih sistema", Mašinski fakultet, Beograd, 1987.
2. *Dragač, R.*: "Bezbednost saobraćaja", Saobraćajni fakultet, Beograd, 1978
3. *Maja Teslić-Aleksić*: "Istraživanje uticaja pouzdanosti tahografa na bezbednost saobraćaja", Magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 2003.
4. *Zbornik radova*: "Savetovanje o korišćenju tahografa u autotransportnim preduzećima", Saobraćajni fakultet, Beograd, 1997.
5. *Stručni članak*: "Technical product manual tachographs / EC Tachographs 1308 ... 1319", VDO Kienzle Vertrieb und Service GmbH.

DIRECTIONS OF TACHOGRAPHS DEVELOPMENT FROM THE VIEWPOINT OF RELIABILITY

Raising the traffic safety is today very actual theme, in the world, and also at us, which is attributed more and more significance, and invested large funds.

Raising the traffic safety, also, can be done by raising tachographs reliability, that is, control devices for drivers and vehicles in the road traffic.

Aforesaid, termed the constant development of tachographs, as in the technical – technological meaning, so in the meaning of rigourness the legal regulations for using tachographs in the traffic.

M. Veljić¹, D. Živković²,

SISTEM KVALITETA U ODRŽAVANJU HIDRAULIKE ŽITNOG KOMBAJNA

Rezime: U radu su date specifičnosti koje se odnose na koncepciju žitnog kombajna, prvenstveno hidrauličnog sistema za pogon, pomeranje i upravljanje brojnih radnih komponenti. Za postizanje kvaliteta u održavanju, a saglasno standardima o Sistemu kvaliteta, razmatrano je održavanje hidrauličnog sistema kod kombajna za žito i njegov uticaj na pouzdanost i gotovost.

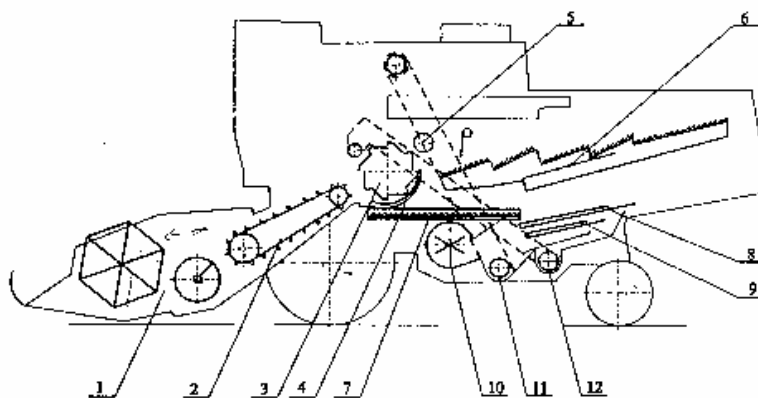
Cljučne reči: Kombajn, održavanje, hidraulički sistem.

1. UVOD

Sezonski karakter ubiranja žitarica, i vrlo kratki vremenski period za koji se to mora obaviti, uslovljava da se održavanju kombajna i njihovoj pouzdanosti posvećuje naročita pažnja. Svaki dan zastoja u sezoni žetve prouzrokuje nenadoknadive gubitke. Jedan od važnijih zadataka održavanja kombajna jeste i održavanje njegovog hidrauličnog sistema. Da bi se proces održavanja učinio efikasnijim a zastoji u toku žetve kraći potrebno je akcenat staviti na proces preventivnog održavanja. Sistem kvaliteta primenjen u proizvodnji i preventivnom održavanju kombajna, odnosno njegovog hidrauličnog sistema treba da spreči da do neispravnosti u toku eksploatacije uopšte i dođe.

2. KOMBAJN

Savremeni žitni kombajni su najčešće samohode poljoprivredne mašine koje se koriste za sređivanje zrnastih plodova. Sa uprošćene tehnološke šeme [1], slika 1, vidi se složenost procesa sređivanja žitarica od košenja stabljika do čišćenja zrna od biljnih primesa, kao i brojnost uređaja za koje treba obezbediti pogon i odgovarajuću regulaciju. To se preventivno odnosi na promenu broja obrtaja u određenim granicama pojedinih radnih elemenata (bubnja, vitla, ventilatora itd.), kao i pozicioniranje pojedinih elemenata i uređaja (hedera, vitla, upravljačkih točkova, varijatora pogona itd.).



Slika 1: Kombajn ZMAJ (uprošćena tehnološka šema)

1-hedera; 2-elevator hedera; 3-bubanj, 4-podbubanj; 5-odbojni biter; 6-slamotres; 7-sabirna ravan;
8-gornje sito; 9-donje sito; 10-ventilator; 11-ventilator zrna; 12-elevator neovršenog klasja

¹ Prof. M. Veljić, dipl. maš. ing. Mašinski fakultet, 27 marta 80, 11000 Beograd, e-mail: mveljic@mas.bg.ac.yu

² Dr Dragan Živković, dipl. maš. ing., prof. VTS-Zrenjanin, Đorđa Stratimirovića 23, 23000 Zrenjanin
e-mail: zivkkev@drenik.net

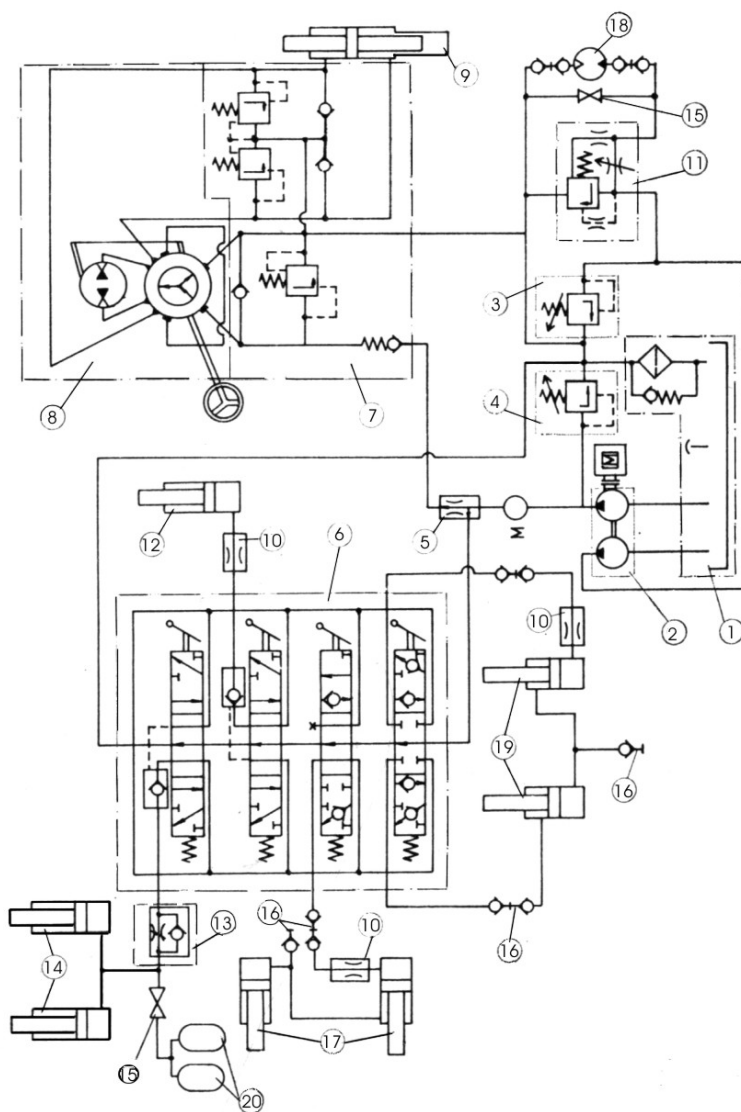
3. ULJNA HIDRAULIKA KOMBAJNA

Primena hidraulike je neophodna kod većeg broja poljoprivrednih mašina od traktora, preko priključnih, do samohodnih poljoprivrednih mašina. Analiza pogona, slika 1., zavisno od složenosti kombajna ukazuje da je potrebno obezbediti pogon za 12-15 raznih uređaja kao i za podizanje, pomeranje 4-8 takode raznih uređaja. Zahtev za širu primenu hidraulike dobija u značaju kada se uzmu u obzir i gabaritne dimenzije kombajna, dislokacija pojedinih uređaja, kao i potreba za regulacijom pojedinih parametara u širokim granicama, prvenstveno kinematskih.

U suštini sistem primene hidraulike može se podeliti u tri celine od kojih su glavni pogonski agregat (pumpa sa rezervoarom), komandni deo i deo izvršnih organa (hidromotori i cilindri).

Hidraulični sistem kombajna Z-190, slika 2. [2] čije je održavanje razmatrano sastoji se iz dva nezavisna hidraulična kola sa jednim izvorom energije, i to:

- hidrauličnog radnog kola koje se koristi za upravljanje i regulisanje različitih radnih uređaja kombajna,
- hidrauličnog kola za pogon vitla, koje se koristi za pogon i regulaciju broja obrtaja vitla.

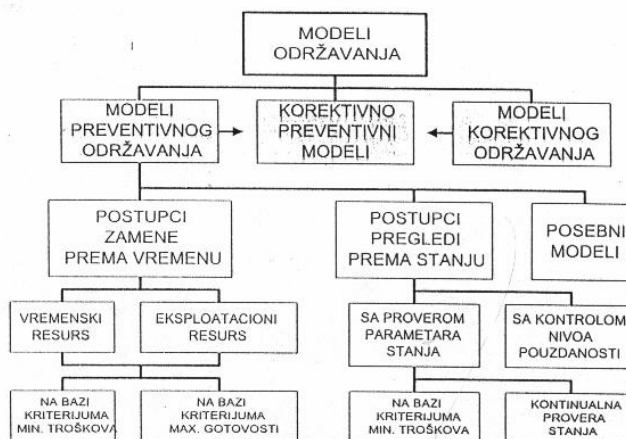


Slika 2: Hidraulična šema kombajna [2]

1-rezervoar; 2-zupčasta pumpa; 3-ventil sigurnosti kola radne hidraulike; 4-ventil sigurnosti hidrauličnog kola za pogon vitla; 5-ventil konstantnog protoka; 6-razvodnik; 7-ventilska ploča; 8-servo razvodnik; 9-cilindar upravljača; 10-prigušnica; 11-regulator protoka; 12-cilindar variatora vožnje; 13- promenljiva prigušnica; 14-cilindar podizača hedera; 15.-slavina; 16-brzorastavljajuća spojnica; 17-cilindar podizača vitla; 18-hidromotor; 19-cilindar za izbačaj vitla; 20-akumulator

4. ODRŽAVANJE KOMBAINA

Evropska organizacija za upravljanje kvalitetom (European Organization for Quality Control-EOQC) definiše održavanje kao kombinaciju svih tehničkih i odgovarajućih administrativnih aktivnosti neophodnih za očuvanje nekog sredstva rada, radnog sistema ili dovođenje istog u stanje u kojem sredstvo rada ili sistem može obavljati predviđenu funkciju, slika 3.



Slika 3: Prikaz modela održavanja

Preventivno održavanje zasniva se na obavljanju niza planiranih zahvata na opremi, mašinama, odnosno tehničkim sistemima pre nego što dođe do otkaza.

Pravovremeno dijagnosticiranje stanja elemenata omogućava:

- bolju analizu pojave otkaza,
- planiranje aktivnosti održavanja,
- bolju organizaciju aktivnosti održavanja,
- manje troškove,
- obezbeđivanje rezervnih delova,
- isključenje mašine iz radnog procesa pre pojave većih havarija,
- veću pouzdanost, raspoloživost i gotovost opreme.

5 SISTEM KVALITETA

Sistem kvaliteta predstavlja organizacionu strukturu koja obuhvata odgovornost, postupke, procese i resurse za upravljanje kvalitetom, odnosno definiše principe na kojima se odvija rad većine funkcija u preduzeću. Kvalitet mora da bude ugrađen u proizvod. To se može postići samo uvođenjem i doslednom primenom sistema kvaliteta koji treba da obuhvati ceo proizvodni proces od projektovanja pa sve do servisiranja proizvoda.

Uvođenjem sistema kvaliteta u održavanju kombajna, treba da dovede do smanjenja neispravnosti, odnosno sprečavanja mogućnosti da do neispravnosti uopšte i dođe. Da bi se ovo postiglo treba da postoje odgovarajuće precizne procedure koje tačno propisuju: KO je odgovoran za obavljanje posla, ŠTA se mora obaviti, KADA se mora obaviti, GDE se obavlja, KAKO se obavlja, SA ČIME se obavlja i NA ČEMU se obavlja.

Međunarodni standard ISO 9000 treba da obezbedi:

- da se postigne i održi kvalitet proizvoda ili usluga tako da stalno ispunjava utvrđene ili naznačene potrebe kupca,
- da stekne poverenje kupaca da se zahtevani kvalitet proizvoda ili usluga postiže ili će biti postignut.

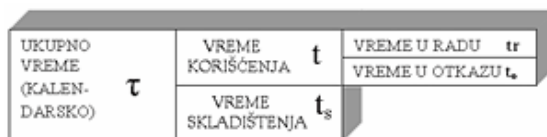
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Na poljoprivrednom dobru "Bratstvo"-Zrenjanin, koje obrađuje 1500ha, praćen je rad hidrauličnog podsistema kod 4 kombajna Z-190, odnosno praćeni su vremenski intervali trajanja održavanja, odnosno vremena koje kombajn (hidraulični sistem kod kombajna) provede na održavanju i ustanovljene su sledeće prosečne vrednosti po kombajnu tabela 1.

Tabela 1: Pregled najčešćih uzoraka i broja otkaza hidraulike kod kombajna

Naziv dela	Broj otkaza god.	Vreme otklanj. kvara (min)	Vrsta otkaza	Način popravke
Hidraul.pumpa	1	90	Istroš. semeringa	Remont pumpe
Remenica	0,1	60	Pucanje remena	Zamena
Crevo	1	60	Prošupljenost	Zamena
Hidr.cilindar	2	90	Guma propušta	Zamena
Priključnica	1	60	Prop.ulje	Zamena
Razvodnik	0,1	90	razvodnik blokira	Zategnuti ili zamena ulja
Cilindar upravljač.točka	0,2	60	Cilind. ne reaguje	Odstraniti vazduh
Hidromotor vitla	0,2	60	Okretanje u pogrešn. smeru	Zamena pumpe, prom.priključ.cevovoda
Ventil konst.protoka	0,3	60	Klip se zaglavio	Popraviti ili zameniti

Žitni kombajni rade u toku godine oko mesec dana, a ostalo vreme provode uskladišteni, konzervirani i spremni da budu upotrebljeni kada za to dođe vreme, slika 4.



Slika 4. Analiza vremena korišćenja kombajna

Operativna raspoloživost sistema predstavlja verovatnoću da će posmatrani sistem funkcionisati na predviđeni način, u bilo kom trenutku posmatranog vremena. Operativna raspoloživost obuhvata vreme korišćenja i vreme zastoja sistema. Može se napisati da je operativna raspoloživost, za konkretan slučaj:

$$R_o = \frac{t_r}{(t_r + t_o)} = \frac{293,3}{(293,3 + 6,685)} = 0,977$$

gde je:

$t_r = t_G - t_Z = 300 \text{ h} - 6,685 = 293,3 \text{ h}$ -vreme korišćenja,

$t = 300 \text{ h}$ (30 radnih dana po 10h) - broj radnih sati kombajna u toku godine,

$t_o = 6,685 \text{ h}$ -vreme zastoja (tabela 1),

R_o - operativna raspoloživost.

7. ZAKLJUČAK

Raspoloživost kombajna u funkciji hidrauličnog sistema je jedan od brojnih, ne i jedini kriterijum za ocenu kvaliteta. Ocnom kvaliteta pruža se mogućnost da se utvrdi dosadašnji rad na uvođenju Sistema kvaliteta, uvide propusti i naravno da se preduzmu odgovarajuće akcije za njihovo otklanjanje.

8. LITERATURA

[1] Veljić, M., Tehnološki procesi mehanizovane poljoprivrede, Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd,1997.

[2] Živković, D., Održavanje hidraulike kod kombajna, Fluidna tehnika, 2/1996, Beograd, str.90-96.

A SYSTEM OF QUALITATIVE MAINTENANCE OF HYDRAULIC SYSTEM OF COMBINE HARVESTER

Resume: Specificities of wheat combine harvester, particularly of hydraulic system for numerous working components driving, moving and guiding are considered in this work. For achieving quality of maintaining, in accordance with the standards of System quality, it takes into consideration maintaining of the system of combine harvester and their influence on reliability and readiness.

Keywords: combine harvester, maintenance, hydraulic system.



S. Vukas¹

PROŠLO JE PET GODINA OD SERTIFIKACIJE SISTEMA KVALITETA, GDE SMO I ŠTA DALJE

Rezime

Početak 90-tih. Godina, Vlade Srbije i Crne Gore u svojim Programima stavljaju kvalitet kao jedan od strateških projekata i zadataka. Programi su predviđali i stimulisanje organizacija za uvođenje sistema kvaliteta (u daljem tekstu SK) po ISO 9000. To je do 1998. godine dalo izuzetno dobre rezultate. Međutim dobri početni rezultati nisu adekvatno ispraćeni od strane rukovodećih struktura države. To se prenelo i na rukovodeće strukture pre svega "društvenih" i "državnih" privrednih organizacija. U prilog tome može poslužiti Anketa sprovedena u ovakvoj organizaciji sa ciljem utvrđivanja nivoa poznavanja postojećeg SK i kvaliteta uopšte, koji treba da bude osnova za značajniji pomak na unapređenju postojećeg SK. Rezultati Ankete prikazani u ovom radu, mogu se uzeti kao slika stanja i u ostalim organizacijama.

UVOD

Značajni početni rezultati, koji su postignuti 90-tih godina, posle usvajanja programa Vlada Srbije i Crne Gore nisu na adekvatan način ispraćeni od strane rukovodećih struktura države. Nisu stvoreni uslovi za brži privredni razvoj i približavanje tržišnim uslovima poslovanja. Privrednim organizacijama su i dalje ostala ograničenja u upravljanju i rukovodjenju organizacijom. To je onemogućilo bržu harmonizaciju naše privrede sa pravilima i direktivama EU koje obezbeđuju uslove za uspešno poslovanje. Stiče se utisak da su ovi procesi kontrolisano usporavani zbog sve nestabilnije političke scene na kraju prošlog i početkom ovog veka. U takvim uslovima došao je do punog afirmisanja mentalitet: rukovodioca "bez kojih se ne može" i "koji moraju da rade 24h", "stručnjaka" koji objašnjavaju da sistem upravljanja kvalitetom u stvari nije ništa drugo do "vraćanje na samoupravljanje" i da strani kapital poznaje samo "da li znamo da napravimo ili ne", "sindikalskih predstavnika" koji objašnjavaju da je sistem upravljanja kvalitetom u stvari samo "priča", a da se sve to radi kako bi se "obezvređila organizacija" i za "male pare prodala strancima", "političara" koji vrše promene jer "pre je radjeno sve kako ne treba".

Međutim bez sertifikata ISO 9001:2000, kao minimalno neophodnog uslova, nijedna naša organizacija neće moći ni na tržište EU, a ni na svetsko tržište, jer već danas sve veći broj nerazvijenih zamalja i zamalja u razvoju poslovnu saradnju uslovljavaju sertifikatom ISO 9001:2000.

DOKLE SMO STIGLI

Obzirom da razvijeni svet i EU idu velikim koracima napred i stvaraju sve povoljnije uslove za potpunu afirmaciju kvaliteta, mi vrlo brzo nećemo moći da nadjemo svoje mesto na svetskom tržištu. To se već oseća u privrednim organizacijama u "državnom" i "društvenom" sektoru, pa i šire. Država se nedovoljno i neorganizovano bavi kvalitetom, a menadžment organizacija "čeka" da se stvari na ovom polju "urede" i da se "stvore uslovi" pa da onda počne da se "organizovano" bavi kvalitetom. Menadžment u privrednim organizacijama treba da shvati da je kvalitet "resurs", koji u značajnoj meri može da poboljša poslovne performanse organizacije i da podizanjem pre svega nivoa znanja iz ove oblasti, može promeniti i odnose

¹ Dipl.maš.ing. Svetlana Vukas, IMR-Institut, ++381(0)113564031, E-mail: ceca@imr-institute.co.yu

kako u svojim organizacijama tako i na nivou države. Zbog toga je ideja ovog rada da istraži koliko je naš menadžment u ovom trenutku spreman da prihvati ovakav pristup.

PREDMET ISTRAŽIVANJA

Predmet istraživanja je menadžment u organizaciji:

- Koja je bila u stečaju od 1999-2003. god.
- Kojoj su za nepune četiri godine u “stečaju” promjenjena četiri “stečajna upravnika”
- Koja je pre ulaska u “stečaj” projektovala SK prema zahtevima standarda ISO 9001 i sertifikovala ga 1998. god kod međunarodnog sertifikacionog tela.
- U kojoj nije završena svojinska transformacija
- Čiji proizvodi spadaju u proizvode visokog nivoa, što podrazumeva poslovni sistem koji obuhvata sve procese počev od procesa razvoja do servisa.
- Sa istraživačko-razvojnog funkcijom koja svojim kapacitetom pokriva multidisciplinarni pristup u razvoju i inoviranju proizvoda, kontinualni razvoj tehnologija i visoko stručan ljudski resurs sa multidisciplinarnim znanjima iz različitih naučnih oblasti i što podrazumeva istraživačko-razvojnu funkciju koja je predimenzionisana i koja ima ljudski resurs čiji kapacitet nije u potpunosti iskorišćen.
- Koja mora da ostvari visok intenzitet istraživanja kako bi održala kontinuitet u inoviranju svojih proizvoda.

CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je utvrđivanje spremnosti menadžmenta posmatrane organizacije da prihvati odgovornost i sprovede proces resertifikacije SK prema ISO 9001:2001, koji se značajno razlikuje od postojećeg SK. Kao jedan od pokazatelja, uzeto je funkcionisanje SK u periodu od dobijanja sertifikata do danas, odnosno, nivo poznavanja kvaliteta i postojećeg SK u posmatranoj organizaciji. Istraživanjem je obuhvaćena populacija menadžmenta organizacije kao najodgovornijeg za kvalitet i upravljanje u organizaciji.

NAČIN ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je sprovedeno putem Ankete-Intervjua koja obuhvata četiri grupe pitanja čiji odgovori treba da pokažu:

- ✓ Strukturu ispitanika – stručna osposobljenost, godine starosti, radno iskustvo, nivo menadžmenta.
- ✓ Poznavanje postojećeg SK – koliko menadžment organizacije poznaje postojeći SK, da li ga koristi i kakav je njihov odnos prema SK i kvalitetu uopšte.
- ✓ Znanje iz oblasti upravljanja kvalitetom – koliko menadžment prati razvoj kvaliteta, koliko je spreman da unapređuje SK i ko treba da je nosilac unapređenja sistema upravljanja kvalitetom.
- ✓ Šta menadžment očekuje od unapređenja sistema upravljanja kvalitetom i koliko je spreman da prihvati novi pristup upravljanju.

REZULTAT ISTRAŽIVANJA

Anketiranu populaciju, predviđeno je da čini menadžment posmatrane organizacije podeljen u tri grupe i četvrta grupa koju čine istraživači i inženjeri nosioci projektnih zadataka koja je karakteristična za ovo istraživanje jer može da da bolju sliku o funkcionisanju postojećeg sistema kvaliteta, obzirom da je značajan broj zaposlenih iz ove grupe došao u organizaciju posle sertifikacije SK.

- ◆ I - GRUPA - Top-menadžment (direktor, pomoćnik i direktori sektora) – 15 zaposlenih
- ◆ II - GRUPA - Funkcionalni menadžment (rukovodioci službi) – 27 zaposlenih
- ◆ III- GRUPA - Operativni menadžment (rukovodioci odeljenja) – 114 zaposlenih
- ◆ IV - GRUPA - Istraživači i inženjeri nosioci projektnih zadataka – 10 zaposlenih

Kao ilustracija istraživanja, zbog ograničenja prostora, prikazani su samo rezultati koje se odnose na grupe pitanja svrstanih u Strukturu ispitanika (Tabela 1) i Poznavanje postojećeg SK (Tabele 3, 4 i 5). U Tabeli 2 su prikazane dodatne informacije koje mogu poslužiti za bolju analizu.

Tabela 1 – Struktura ispitanika

	Stručna osposobljenost						Prosečna starost (god.)	Prosečni radni staž(god.)
	Dr.	Mr.	VSS	VS	SSS	VKV		
I GRUPA	2	1	7				45,6	18,6
II GRUPA		1	4	3	1		50,7	26,1
III GRUPA	1	3	7	1	1	1	48,5	23,7
IV GRUPA			10				36,5	8,2
UKUPNO	3	5	27	4	2	1	45,3	19,2

Tabela 2 – Broj zaposlenih i nivo obučnosti za kvalitet

	1998	2000		2004			broj učesnika u anketi
	broj zaposlenih	broj zaposlenih	% u odnosu na 1998	broj zaposlenih	% u odnosu na 1998	% u odnosu na 2000	
ukupno zaposlenih	3016	2150	-29%	1258	-58%	-41%	44
sa školom kvaliteta	0	197		115		-42%	18
nacionalni proveravači	1	1	0%	1	0%	0%	0
interni proveravači	22	28	27%	11	-50%	-61%	4
I GRUPA	15	15	0%	15	0%	0%	11
II GRUPA	28	28	0%	27	-4%	-4%	9
III GRUPA	110	110	0%	114	4%	4%	14
IV GRUPA	24	15	-38%	10	-58%	-33%	10

Tabela 3 – Poznavanje postojećeg sistema kvaliteta

	I GRUPA	II GRIPA	III GRUPA	Σ	≈ %	IV GRUPA	Σ	≈ %
Zna dovoljno o ISO 9000	7	5	6	18	55	4	22	50
Zna čiji sertifikat ima organizacija	8	5	3	16	48	6	22	50
Učestvovalo je u postavljanju SK	7	5	6	18	55	1	19	44
Zna ko je odgovoran za SK	10	7	8	25	76	5	30	70
Misli da je postojeći SK jasan	7	7	8	22	50	4	26	60
Stepen korisnosti od SK - visok	1	1	0	2	5	0	2	5
Misli da SK funkcioniše - potpuno	2	0	0	2	5	0	2	5

Tabela 4 – Najveći efekat od uvođenja SK

	Sredjivanje organizacije	Sredjivanje dokumentac.	Definisanje postupaka	Definisanje odgovornosti	Stvar. osnove za unapredj.	Unapredj. posl. sistema	Ne oseća efekte
I GRUPA	1	0	1	4	4	0	0
II GRUPA	0	0	3	1	3	1	1
III GRUPA	4	1	2	4	2	0	1
IV GRUPA	2	2	2	1	1	0	2
UKUPNO	7	3	8	10	10	1	4
≈ %	16	7	18	24	24	2	9

Tabela 5 – Razlozi zbog kojih nedovoljno funkcioniše sistem kvaliteta

	Nepoštovanje procedura	Nejasne procedure	Neshvatanje značaja SK	Nedovoljna obuka za SK	Neodgovorn. izvršilaca	Nesprovdj. SK od menadžmenta	Nije informisano
I GRUPA	1	2	2	2	0	3	0
II GRUPA	1	1	4	1	0	1	1
III GRUPA	1	3	3	2	2	2	1
IV GRUPA	2	0	1	0	0	4	3
UKUPNO	5	6	10	5	2	10	5
≈ %	12	14	23	12	4	23	12

Istraživanje je pokazalo sledeće:

- Da je SK funkcionisao najbolje u periodu kada je uveden i sertifikovan.
- Da posle pet godina SK nedovoljno funkcioniše.
- Da menadžment ne sprovodi sistem kvaliteta.

- Da se novi saradnici ne uključuju u SK.
- Da je na polju unapredjenja kvaliteta uradjeno veoma malo.
- Da je menadžment organizacije nedovoljno edukovan i obučen iz oblasti upravljanja kvalitetom i za sprovođenje SK.
- Da je sa svakom promenom u upravljanju organizacijom smanjivan interes za kvalitet i unapredjenje kvaliteta.

Uzroci su:

Eksterni:

- ◄ Nisu stvoreni uslovi za oporavak i brži razvoj privrednih organizacija na nivou države
- ◄ Kvalitet je izgubio stratešku poziciju na nivou države

Interni:

- Nedovoljna edukovanost menadžmenta za kvalitet i upravljanje kvalitetom
- Nedovoljna edukovanost za kvalitet menadžera koji su postavljeni za “stečajne upravnike”
- Ne shvatanje značaja kvaliteta kako od strane menadžmenta tako i od svih zaposlenih
- Ne sprovođenje SK od strane menadžmenta
- Nedovoljna motivisanost zaposlenih

ZAKLJUČAK – ŠTA DALJE

Istraživanje je pokazalo da je potrebno sprovesti edukaciju menadžmenta iz oblasti kvaliteta i obuku za primenu SK, čiji rezultat mora biti razumevanje značaja kvaliteta i shvatanje prednosti koju kvalitet donosi kao deo upravljanja organizacijom. To je osnova za shvatanje i prihvatanje kvaliteta kao “resursa” koji u značajnoj meri može da poboljša poslovne performanse organizacije i ubrza dalji razvoj, kao i sticanje bolje pozicije na tržištu.

Na osnovu opšteg stanja u našoj privredi, i na osnovu saznanja o iskustvima u organizacijama sličnim posmatranoj organizaciji, malo je verovatno da je kvalitet kao “resurs” u značajnoj meri iskorišćen, a njegovo iskorišćenje stvara pretpostavku za pritisak na državu da obezbedi ambijent za oporavak i uspešnije poslovanje privrednih organizacija.

Abstract

In early 90's the Governments of Serbia and Montenegro put the quality among the strategic projects and goals in their Program's. The Program's also anticipated the simulation of companies for the adaptation of quality systems (in further text QS) according to the ISO 9000. This has given very good results up until 1998. Unfortunately, good initial results have not been adequately supported by the governing structures of the country. This bad influence has been transferred to the companies managing structures, especially those in the "state" and "public" proprietary. To support those statements, it is useful to analyse the Questionnaire, which has been performed in the one of such companies. Its goal was to estimate the level of adoption of existing QS and quality itself, which has to be basis for significant development of the existing QS. The results of this Questionnaire are presented in this paper.

30. JUPITER KONFERENCIJA
30th JUPITER CONFERENCE

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS



POKROVITELJI

Beograd, april 2004..

POKROVITELJI



Informatika A.D., Beograd



TEHNICOMNET, Beograd



VESIMPEX

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

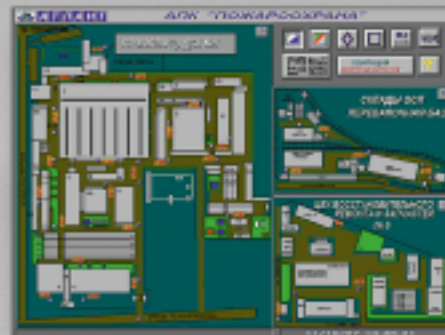
OSNOVNE KARAKTERISTIKE:

- 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

Mi ne nudimo opremu.

MI NUDIMO

REŠENJA



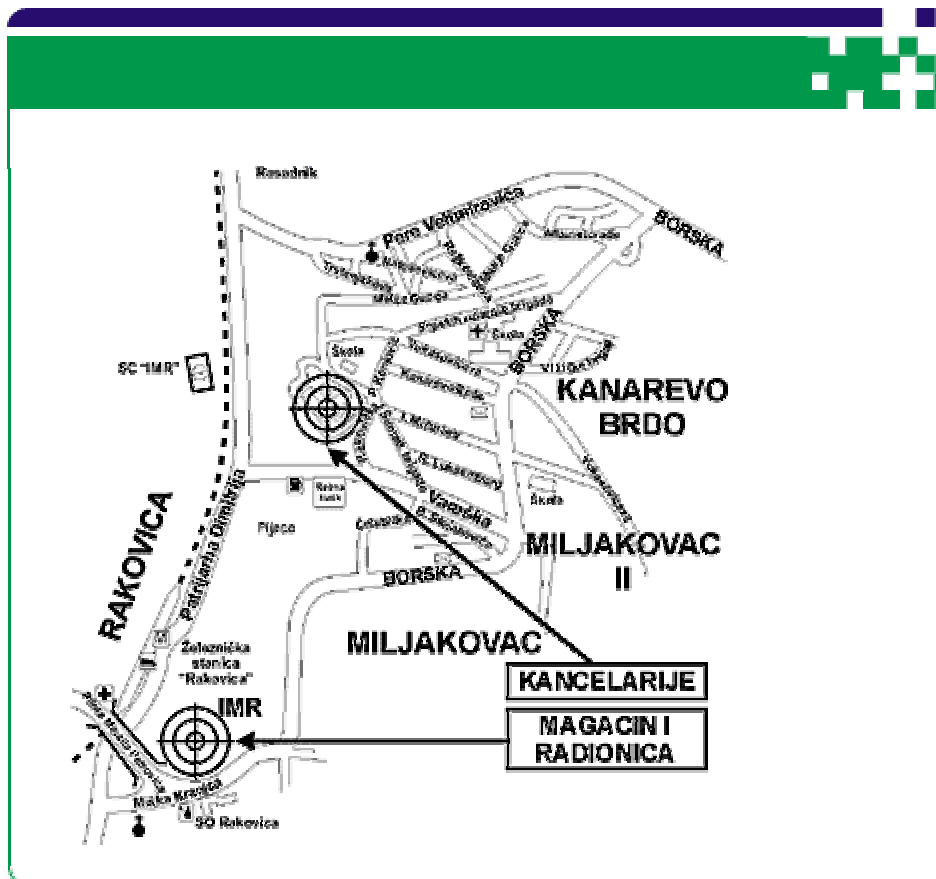
VESIMPEX d.o.o.

Srbija i Crna Gora, 11000 Beograd

Petra Konjovica 12v ulaz C, PC Rakovica

(+381 11) 3510 683, 3510 685, 3510 899, 3510 903

www.vesimpex.co.yu **Email:** info@vesimpex.co.yu



VESIMPEX d.o.o.
Srbija i Crna Gora, 11000 Beograd
Petra Konjovica 12v ulaz C, PC Rakovica
(+381 11) 3510 683, 3510 685, 3510 899, 3510 903
www.vesimpex.co.yu **Email:** info@vesimpex.co.yu



Ž. Vasić¹

PARAMETRASKO PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE U CAD/CAM SISTEMIMA

Rezime: U radu se razmatra mogućnost automatizacije u projektovanju tehnoloških procesa komponenti cilindarskih sklopova primenom savremenih CAD/CAM sistema. Parametarski 3D model dela se formira primenom tehnoloških formi za koje su prethodno definisani tehnološki procesi. Integracija CAD i CAM sistema obezbeđuje mogućnost automatskog generisanja programa za CNC proizvodne tehnologije na bazi modela proizvod.

Ključne reči: CAD/CAM, parametarsko projektovanje, tehnološka forma

1. UVOD

Problem projektovanja tehnoloških procesa se sastoji u donošenju odluke kako izraditi deo tako da se zadovolje uslovi ekonomičnosti i konkurentnosti. Klasični ili ručni način projektovanja tehnoloških procesa koji podrazumeva potpuno definisanje tehnološkog procesa na osnovu crteža od strane tehnologa ne odgovara savremenim potrebama čiji su zahtevi da se u što kraćem vremenskom periodu proizvede što veća količina delova uzimajući kavalitet kao najznačajniju izlaznu funkciju proizvodnje. Projektovanje tehnoloških procesa obuhvata sledeće aktivnosti: interpretacija proizvodnog modela, izbor mašine alatke, izbor alata, projektovanje pomoćnog pribora, određivanje zahvata i operacija, određivanje putanje alata, generisanje NC programa i planiranje kapaciteta.

Nemogućnost razvoja univerzalnog programskog paketa za projektovanje tehnoloških procesa (CAPP sistema) nameće potrebu proizvođačima da razvijaju sopstvene sisteme koji su prilagođeni za određene klase proizvoda iz proizvodnog programa. Standardni tehnološki postupci koji su razvijeni u ovim sistemima u obliku baza podataka za određene grupe proizvoda se koriste kao osnova za projektovanje tehnoloških procesa za nove delove. Današnji nivo razvoja sistema za projektovanje tehnoloških procesa podrazumeva i aktivno učešće tehnologa u fazi geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja i modifikacije standardnih tehnoloških postupaka. Faza geometrijskog i tehnološkog prepoznavanja je kod sistema višeg nivoa ostvarena sistemom prepoznavanja primenom kodiranja uz pomoć računara. Izlaz iz dobro projektovanog sistema za projektovanje treba da bude tehnološki postupak koji će uz minimalne izmene redosleda operacija ili broja operacija dovesti do prihvatljivog tehnološkog postupka za novi deo.

Sistem za projektovanje tehnoloških procesa najvišeg nivoa podrazumeva generisanje tehnološkog postupka na bazi prepoznavanja formi (tipskih oblika) pomoću računara. Ovi sistemi koriste 3D (CAD) model dela kao ulaz, nad kojim CAPP sistem može da izvrši automatsko prepoznavanje formi, odnosno tipskih oblika. Projektovanje primenom tehnoloških formi je sa stanovišta prepoznavanja formi najprihvatljivije, međutim, sa stanovišta projektovanja predstavlja izvesno ograničenje.

2. PARAMETARSKO PROJEKTOVANJE U CAD/CAM SISTEMIMA

Parametarsko projektovanje ima mogućnost kontrole modela parametarski definisanim dimenzijama. Parametri kao informacije koje u potpunosti određuju model se protežu kroz sve nivoe sistema. Savremeni CAD/CAM sistemi imaju dvosmernu asocijativnost. Promenom vrednosti parametara koji definišu geometriju automatski se menja i putanja alata, što znači da se na ovaj način može ostvariti brza izmena NC programa za delove koji su geometrijski i tehnološki slični ili za nove varijante proizvoda. Današnji CAD sistemi nude mogućnost projektovanja na bazi standardizovanih formi. Forme koji se nude u današnjim CAD sistemima su obično prethodno definisani u sistemu, čime je omogućeno da krajnji korisnik formira model dela jednostavnom promenom parametara pomoću kojih je forma definisana. Međutim, postoje i "otvoreni" CAD sistemi koji pružaju mogućnost krajnjem korisniku da definiše svoju sopstvenu formu.

¹ Željko Vasić, dipl. Ing, asistent pripravnik, Mašinski fakultet u Beogradu, 27. marta 80., 11000 Beograd, Srbija i Crna Gora, Tel: 011/3370-760, Fax 011/3370-364, E-mail: zvasic@mas.bg.ac.yu

Primena CNC tehnologija, koja predstavlja imperativ za savremene proizvodne kompanije, se danas ne može zamisliti bez primene savremenih CAD/CAM sistema. Razvoj savremenih CA sistema ide u pravcu sve veće integracije CAD/CAM i CAPP sistema. Link između CAD i CAPP sistema nije u potpunosti uspostavljen pre svega zbog razlike između formi koje se koriste u CAD sistemima i sistemima za planiranje proizvodnje.

Razvojno okruženje savremenih CAD/CAM sistema, uz mogućnost korišćenja baze standardnih tehnoloških postupaka i režima obrade je veoma povoljno za ostvarivanje određenog stepena automatizacije u projektovanju CNC tehnoloških procesa za proizvode sa geometrijskim i tehnološkim sličnostima. U narednoj analizi je data mogućnost projektovanja tehnologije za proizvode sa istim i različitim tehnološkim procesima u ProEngineer-u kao jednom od najsavremenijih CAD/CAM paketa opšte namene.

2.1 Parametarsko projektovanje tehnologije

Parametarsko projektovanje geometrije proizvoda pruža mogućnost krajnjem korisniku da menja oblik i dimenzije proizvoda jednostavnim pristupom i izmenom vrednosti odgovarajućih parametara. Povezivanje parametarski definisane geometrije proizvoda sa generisanom putanjom alata, koja je ostvarena u savremenim CAD/CAM sistemima, se može ostvariti automatsko generisanje putanje alata za novi proizvod jednostavnom izmenom vrednosti parametara koji definišu geometriju dela za koji je prethodno razvijen tehnološki postupak izrade. Kako se putanja alata vezuje za parametarski definisane geometrijske forme novi proizvod za koji se projektuje tehnološki proces mora da sadrži sve forme koje se nalaze i na proizvodu za koji je tehnološki proces prethodno razvijen u CAD/CAM sistemu.

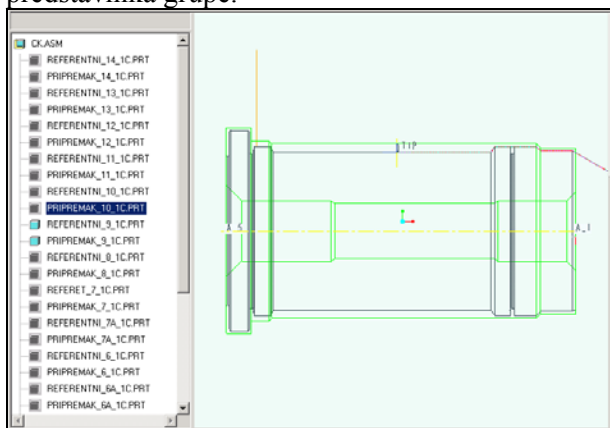
Mogućnost parametarskog definisanja geometrije i tehnologije u CAD/CAM sistemima je naročito povoljna za automatizaciju procesa projektovanja tehnologije za određeni tip proizvoda. Pod određenim tipom proizvoda se podrazumeva grupa delova sa istim konstruktivnim karakteristikama i sa zajedničkim sadržajem i redosledom tehnoloških zahvata i operacija. Tehnološki proces koji je prethodno razvijen i optimiziran za predstavnik određenog tipa proizvoda se prilagođava novom proizvodu jednostavnim variranjem vrednosti parametara pomoću kojih je definisana geometrija predstavnika. U ovako razvijenom sistemu za projektovanje tehnologije zadatak tehnologa se svodi na prilagođavanje vrednosti postojećih parametara koji definišu geometriju predstavnika tipa proizvoda, za koji je prethodno razvijen tehnološki proces, geometriji novog proizvoda i promenu alata, pribora i režima obrade ukoliko se za to ukaže potreba, što tehnolog zaključuje na osnovu svog iskustva. Za projektovanje tehnologije za novi proizvod variranjem tehnološkog postupka izrade postojećeg proizvoda tehnolog ima podršku standardnih procedura koje su razvijene u CAD/CAM sistemima, od automatskog prilagođavanja režima obrade geometrijskim promenama na modelu novog proizvoda do provere putanje alata i izdvajanja zona na modelu u kojima je materijal nedovoljno ili previše skinut u procesu obrade. Iako razvoj i razrada tehnoloških procesa za svaki tip proizvoda predstavlja idealno rešenje sa stanovišta automatskog generisanja tehnoloških procesa, razvijanje tehnoloških procesa u CAD/CAM sistemima za svaki tip proizvoda pojedinačno predstavlja veoma težak i dugotrajni proces. Ukoliko se u ovom slučaju pojavi proizvod sa formama (geometrija) koje ne odgovaraju u potpunosti formama (geometriji) koje se nalaze na predstavnicima postojećih tipova proizvoda potrebno je u potpunosti razviti novi tehnološki procesa za novi proizvod. Iz tog razloga se može razmišljati o formiranju kompleksnog (generičkog) modela proizvoda koji predstavlja određenu grupu i sadrži sve forme koje sadrže i svi proizvodi koji pripadaju toj grupi. Pojednostavljivanje procesa projektovanja tehnologije, u ovom slučaju, polazi od činjenice da geometrijski slični proizvodi imaju slične tehnološke procese. Kada se izabere kompleksni deo i definišu forme (geometrijske) iz kojih se taj deo sastoji pristupa se definisanju tehnoloških procesa i generisanju putanje alata. Za svaku formu pojedinačno je potrebno definisati tehnološki proces izrade. Na ovaj način je u CAD/CAM sistemu razvijena direktna veza između geometrijskih i tehnoloških formi. Geometrijske forme koje se koriste za definisanje modela nekog proizvoda, zapravo, predstavljaju forme za koje je prethodno razvijen tehnološki postupak izrade i obično se nazivaju tehnološkim formama. Ovaj koncept projektovanja na bazi tehnoloških formi ima uže značenje u odnosu na projektovanje na bazi tehnoloških formi koje se primenjuje kod generativnog pristupa projektovanju tehnoloških procesa, jer se primenjuje samo na određenu grupu proizvoda. Projektovanje na bazi tehnoloških formi, u ovom slučaju, podrazumeva formiranje geometrije novog proizvoda izostavljanjem određenih formi i/ili jednostavnom promenom parametara formi koje se nalaze na modelu predstavnika određene grupe proizvoda, kojoj novi proizvod pripada, a ne projektovanje geometrije novog proizvoda pozivanjem formi za koje je prethodno razvijen tehnološki proces. Svaka promena koja se izvodi na definisanim formama predstavnika grupe se direktno preslikava na generisanu putanju alata. Ukoliko se geometrija novog proizvoda dobija izostavljanjem određenih formi na modelu predstavnika grupe generisana

putanja alata za posmatranu formu gubi parametre na osnovu kojih je definisana. Zbog integracije parametara u CAD/CAM sistemima, putanja alata, koja je izgubila vezu sa parametrima na osnovu kojih je definisana, gubi mogućnost da bude generisana u fazi regeneracije CAD/CAM modela. Prema tome, CAD/CAM sistem pruža mogućnost korisniku (tehnologu) da bez detaljne analize postojećeg tehnološkog procesa automatski izbaci zahvate (NC sekvence) za nepostojeće forme. Za razliku od projektovanja tehnoloških procesa za određeni tip proizvoda, projektovana tehnoloških procesa za određenu grupu proizvoda ne pruža mogućnost optimizacije putanje alata u fazi projektovanja tehnologije za predstavnik grupe. Ukoliko na geometrijskom modelu predstavnika određene grupe postoji više potpuno istih tehnoloških formi za svaku od njih pojedinačno bi trebalo definisati tehnološki proces, odnosno putanju alata, u cilju obezbeđivanja što veće fleksibilnosti sistema. Obezbeđivanje fleksibilnosti sistema, u skladu sa prethodnom analizom, direktno utiče na gubitak mogućnosti optimizacije putanje alata u fazi projektovanja tehnološkog procesa predstavnika grupe, jer potpuno iste tehnološke forme, koje koriste isti alat i iste režime obrade se mogu izraditi u istom zahvatu bez nepotrebnog vraćanja alata u prethodno definisan početni položaj za posmatrani zahvat (NC sekvencu), što je neophodno pretpostaviti u fazi projektovanja tehnološkog procesa za predstavnik grupe. Iz tog razloga projektovanje tehnoloških procesa na bazi predstavnika grupe proizvoda podrazumeva aktivnije učešće tehnologa u projektovanju tehnološkog procesa i njegovu kvalitetniju obučenost za rad sa CAD/CAM paketima opšte namene.

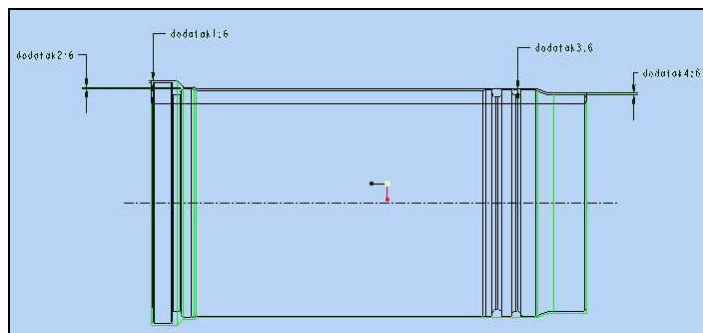
Prethodni sistem koji se realizuje za određeni stepen automatizacije poslova projektovanja tehnoloških procesa proizvoda treba da bude u skladu sa eventualnim promenama u tehnološkom procesu kao posledica prelaska sa konvencionalnih na CNC tehnologije i mogućnostima razvojnog okruženja CAD/CAM sistema. Određene intervencije na geometrijskom modelu proizvoda, u nekim slučajevima, imaju značajan uticaj na smanjivanje broja grupa kojima je obuhvaćen celokupni proizvodni program, a koje se moraju sprovesti uz odobrenje i konsultacije sa konstruktorima.

2.2 Realizacija koncepta u CAD/CAM sistemu

Sistem za projektovanje tehnoloških procesa za proizvode sličnih geometrijskih i tehnoloških karakteristika je realizovan u skladu sa mogućnostima razvojnog okruženja savremenih CAD/CAM paketa. Parametarsko projektovanje proizvoda i tehnologije, koje predstavlja jednu od najvažnijih karakteristika savremenih CAD/CAM sistema, je iskorišćeno za ostvarivanje određenog stepena automatizacije u projektovanju tehnoloških procesa. Realizovani sistem podrazumeva variranje prethodno definisanog tehnološkog procesa u skladu sa njegovim prilagođavanjem zahtevima novom proizvodu. Svrstavanje novog proizvoda u određenu grupu sa definisanim tehnološkim procesom za predstavnik grupe se može obezbediti ručno, na osnovu znanja i iskustva tehnologa, ili automatski, razvojem sistema za identifikaciju. Suštinu ovoga sistema predstavlja parametarsko projektovanje proizvoda i tehnologije koja omogućava da se novi tehnološki postupak dobije jednostavnom promenom parametara i formi koji definišu geometriju modela predstavnika grupe.



Slika 1. Opcija za obradu sklopova

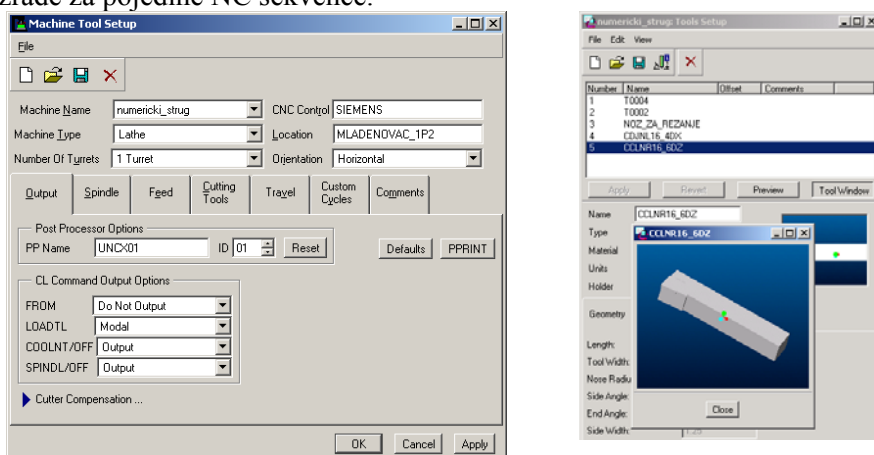


Slika 2. Parametarski definisan referentni model i pripremak

Sistem je realizovan u ProManufacturing modulu, odnosno opciji za obradu sklopova koja omogućava definisanje referentnih modela i modela pripremake za sve operacije i NC sekvence u jednom MFG fajlu (slika 1.) Između pripremake i referentnih modela je uspostavljena veza preko parametara (dodatok) koji predstavljaju dodatke za obradu i koji se menjaju u skladu sa tehnološkim zahtevima (slika 2.). Izmenom vrednosti parametara koji definišu geometriju predstavnika proizvoda za određenu grupu i izostavljanjem određenih formi se regeneracijom formiraju referentni modeli i modeli pripremake kao i putanja alata za sve

operacije i/ili NC sekvence za novi proizvod. One NC sekvence koje su vezane za forme koje se izostavljaju na modelu moraju da izbrišu, u čemu tehnolog ima direktnu podršku CAD/CAM sistema. Kada se izvrši definisanje tehnološkog procesa novog dela variranjem postojećeg tehnološkog procesa pristupa se proveru NC sekvence u NC/Check modulu koji omogućava tehnologu da vizuelno prati putanju koju alat izvodi u cilju obrade priprema

za datu NC sekvencu. NC/Check modul simulira skidanje materijala sa modela priprema na osnovu generisane putanje alata i geometrije alata. Mesta na kojima se, nakon završetka NC sekvence, geometrija referentnog modela ne podudara sa geometrijom koja je dobijena skidanjem materijala sa modela priprema, koja je u skladu sa definisanom NC sekvencom, se automatski identifikuju od strane CAD/CAM sistema. Nakon identifikacije ovih mesta iskusni tehnolog može da dođe do zaključka šta je zapravo uzrok netačnosti izrade za pojedine NC sekvence.



Za definisanje operacija i NC sekvenci se obično koristi baza podataka postojećih alata i CNC mašina. CAD/CAM sistem daje mogućnost detaljnog uvida u karakteristike alata i CNC mašine pre njihovog usvajanja za odgovarajuću operaciju, odnosno NC sekvencu. Standardni izveštaji su prikazani na slici 3.

Slika 3. Baza podataka CNC mašina alatki i alata

Literatura

- [1] Pilipović M., Vasić Ž., "Parametarsko projektovanje cilindarskih sklopova u CAD/CAM sistemima", VII Međunarodna konferencija fleksibilne tehnologije, str. 109-110, Novi Sad, Jun 2003.
- [2] Stanojević M., Pilipović M., "Tehnologija numeričkog upravljanja u proizvodnji cilindarskih sklopova", 26 JUPITER konferencija, str. 3.283-3.288, Mašinski fakultet, Beograd, Februar 2000.
- [3] Bojan R. Babić, Projektovanje tehnoloških procesa, Mašinski fakultet Beograd, 1999
- [4] Parametric Technology Corporation, ProEngineer, Release 18.0 – Part Modeling, Waltham 1998.

Abstract: This paper considers possible automation of design of technological process for cylinder assembly components by using advanced CAD/CAM systems. Parametric 3D product model are built by using manufacturing feature with predefined technological process. Integration of CAD and CAM systems give ability for automation of program's generation for CNC manufacturing technology on the basis of product model.

Key words: CAD/CAM, parametric design, manufacturing feature

3. ZAKLJUČAK

Prelazak sa konvencijalnih na CNC tehnologije podrazumeva primenu CAD/CAM sistema u projektovanju tehnoloških procesa. U proizvodnji geometrijskih i tehnološki sličnih delova razvoj odgovarajućih modela i generisanje putanje alata za svaki deo pojedinačno predstavlja dugotrajan ali i nepotreban posao. U ovakvim slučajevima se može iskoristiti razvojno okruženje savremenih CAD/CAM paketa i njihova mogućnost parametarskog projektovanja za ostvarivanje određenog stepena automatizacije projektovanja tehnoloških procesa. Za projektovanje tehnoloških procesa novog dela se koristi predhodno razvijeni tehnološki proces predstavnika grupe proizvoda kojoj razmatrani deo pripada prema geometrijskim i tehnološkim sličnostima.

CIP - Катаголизација 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

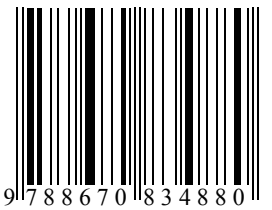
[Elektronski izvor] / 23.simpozijum CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala [i] 17.simpozijum CAD/CAM [i] 26. simpozijum NU - ROBOTI - FTS [i] 32.simpozijum Upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala [i] 10.simpozijum Kvalitet [sve ovo u okviru] 30. Jupiter konferencije, Beograd, april 2004. ; organizator Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu. - Elektronska interaktivna multimedija. - Beograd : Mašinski fakultet univerziteta, 2004 (Beograd : TehnicomNET). - 1 elektronski optički disk. (CD-ROM): slika, tekst, video; 12 cm

Tiraž 250. - Str.V-VI:Predgovor ; Preface/ Bojan Babić. - Napomene i bibliografske reference uz tekst. - Bibliografija uz svaki rad. - Summaries.

ISBN 86-7083-488-X

1. Уп. ств. насл. 2. Јупитер конференција (30; 2004; Београд) 3.Симпозијум ЦИМ у стратегији технолошког развоја индустрије прераде метала (23 ; 2004 ; Београд) 4. Симпозијум ЦАД/ЦАМ (17 ; 2004 ; Београд) 5. Симпозијум НУ - РОБОТИ - ФТС (26 ; 2004 ; Београд) 6. Симпозијум Управљање производњом у индустрији прераде метала (32 ; 2004 ; Београд) 7. Симпозијум Менаџмент квалитетом (10 ; 2004 ; Београд)
а)ЦИМ системи - Зборници б) ЦАД/ЦАМ системи - Зборници ц) Машине алатке - Нумеричко управљање - Зборници д) Роботи - Зборници е) Флексибилни производни системи - Зборници ф) Металоперађивачка индустрија - Управљање - Зборници г) Управљање квалитетом - Зборници
COBISS-ID 113798156

ISBN 86-7083-488-X



9 788670 834880