UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
INSTITUT ZA PROIZVODN
MAŠINSTVO

24. SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA JUGOSLAVIJE

ZBORNIK RADOVA

KNJIGA IV

Novi Sad, 16-18. septembar 1992

Sadržaj
Sekcija V

MATEMATIČKI MODEL DINAMIČKOG PONAŠANJA KONSERVATIVNOG MEHANIČKOG SISTEMA NEIDEALNOG ROBOTA 1
Dr Slobodan StojkoviĆ, dipl.ing. Lola Institut, Beograd REZIME

SINTEZA NOMINALNOG UPRAVLJANJA MANIPULACIONIM ROBOTIMA PRIMENOM METODE PROPAGACIJE UNAZAD 15
Dušan Surla, Nataša Divljak, Institut za matematiku Novi Sad

SINTEZA OPTIMALNIH I PRIBLIZNO OPTIMALNIH NOMINALNIH TRAJEKTORIJA MANIPULACIONIH ROBOTA 21
Konjović Zora, Institut za računarstvo, automatiku i merenja FTN Novi Sad
Vukobratović Miomir, Institut "Mihajlo Pupin" Beograd
Surla Dušan, Institut za matematiku, PMF Novi Sad

KONSTRUKCIJA INTERPRETERA ZA HIPOTETIČKI ROBOTSKI JEZIK 29
Ervin Varga, FTN, Institut za računarstvo, automatiku i merenje Novi Sad
Miloš Racković , PMF, Institut za matematiku Novi Sad

MOGUĆA REŠENJA HARDVERA ROBOT KONTROLERA I KOMPAJLERA JEZIKA ZA PROGRAMIRANJE ROBOTA S OBZIROM NA PROBLEM REŠAVANJA INVERZNE KINEMATIKE I INTERPOLACIJE PUTANJE KRETANJA ROBOTA 37
Vladimir Kvrgić, Lola Institut, Beograd

ROBOTIZOVANA MONTAŽA - STANJE I PERSPEKTIVE 45
Branislav Borovac, Dragan Šešlija, Stevan Stankovski Fakultet tehničkih nauka, Institut za industrijske sisteme NOVI SAD

Sadržaj

Sekcija VI

PRIMENA PROŠIRENIH PETRIJEVIH MREŽA ZA MODELIRANJE, ANALIZU I SIMULACIJU FLEKSIBILNIH TEHNOLOŠKIH SISTEMA 1
Slavko Arsovski, Mašinski fakultet u Kragujevcu
Zoran Mirović,Tehnološki razvoj,"Zastava Kamioni"- Kragujevac

SIMPLEKSNI PLANOVI OPTIMIZACIJE PROCESA I SISTEMA 7
Joko Stanić, Vidosav Majstorović, Mašinski faklutet Beograd, Velimir Todić FTN Novi Sad

RAZVOJ POSTUPKA ZA EFEKTIVNO PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKIH STRUKTURA U MONTAŽI 19
dr Dragutin Zelenović, red. prof., dopisni član VANU, dr Ilija Ćosić, vanr. prof., Dragan Milić, asistent, Institut za industrijske sisteme, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

RAZVOJ EKSPERTNOG SISTEMA ZA PROJEKTOVANJE MONTAŽNIH SISTEMA 25
I. Ćosić: FTN - Instsitut za industrijske sisteme, Novi Sad

REVITALIZACIJA PROIZVODNIH PROCESA SA ASPEKTA POVEĆANJA PRODUKTIVNOSTI, FLEKSIBILNOSTI I KVALITETA 33
Slavko Arsovski, Branislav Jeremić, Miroslav Babić, Zvonko Djordjević, Mašinski fakultet, Kragujevac

LOLA - IBM CIM REŠENJE ZA INDUSTRIJSKO PREDUZEĆE 39
Ilija Drakulić, dipl. ing., saradnik Jordan Rajić, dipl. ing., viši saradnik, Mr Radoslav Stanković, dipl. ing., saradnik-istraživač, Mr. Velimir Komadinić, dipl. ing., saradnik istraživač LOLA INSTITUT, Beograd

NEKI PROBLEMI RAČUNARSKE INTEGRACIJE FUNKCIJE PRIPREME PROIZVODNJE U CIM OKRUŽENJU 47
mr Cvijan Krsmanović, dipl.inž. Boris Vukić, dipl.inž. FTN N. Sad

OBLIKOVANJE BAZE ZNANJA EKSPERTNOG SISTEMA ZA IZBOR TRANSPORTNIH POMOĆNIH SREDSTAVA 57
Mr Milan D. Pavlović, dipl. maš inž, Goran Čolak, dipl. maš. inž, fakultet tehničkih nauka, Miodrag Carević, FKL Temerin

NEKE MOGUĆNOSTI POVEĆAVANJA FLEKSIBILNOSTI UREĐAJA ZA RUKOVANJE MATERIJALOM 65
M.D.Pavlović, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu
G.Čolak , M.Bukumirović, Saobraćajni fakultet Beograd

EKSPERTNI SISTEM ZA PLANIRANJE INSPEKCIJE 71
Doc. dr Vidosav D. Majstorović, dipl. inž., prof. dr Joko Stanić, Mašinski fakultet u Beogradu

METROLOGIJA DUŽINA KAO BAZA KVALITETA PROIZVODA SRBIJE 79
Mr Lj.Dimitrijević Marković, Mašinski fakultet u Beogradu

ZADACI OBEZBEĐENJA KVALITETA PROIZVODA 89
Dr Branko Popović, FTN u Novom Sadu

PROBLEMI UPRAVLJANJA KVALITETOM PROIZVODA 97
Dr Branko Popović, Insitut za industrijske sisteme u Novom Sadu

CAQ MODUL U METALOPRERADJIVAČKOJ INDUSTRIJI 105
Vojislav Stoiljković, MF Niš, Miodrag Arsić, EF Niš, Miodrag Stojiljković, MF Niš

OBEZBEDJENJE KVALITETA ALATA - PRI IZRADI I UPOTREBI 113
Prof. dr Vojislav Vulanović, Ljiljana Miletić, dipl. inž., Viša škola za organizaciju i informatiku, N.Sad, Mr Bato Kamberović, dipl. inž. Institut za INDUSTRIJSKE SISTEME, N.Sad

IIS - PRILAZ U RAZVOJU I UVODJENJU SISTEMA KVALITETA 119
Dr Dragutin Zelenović i Mr Bato Kamberović, Institut za INDUSTRIJSKE SISTEME,Novi Sad

IS-A HIJERARHIJE U MODELU PODATAKA TIPOVA PROIZVODA I SASTAVNICA 127
Pavle Mogin, Žarko Karayić, Ivan Luković -Institut za industrijske sisteme Novi Sad

JEDINSTVENI INFORMACIONI SISTEM ZA PREDUZEJA SA CIM KONCEPTOM 135
B. Stojiljković Ei Informatika Niš, V. Stoiljković MF Niš

ZAŠTITA INFORMACIONIH RESURSA U CIM OKRUŽENJU 141
Nenad Knežević, Dušica Žurić, Zora Arsovski, Miroljub Banković, DOO "Zastava Jugo automobili", Slavko Arsovski, Zvonko Djordjević,Mašinski fakultet, Kragujevac

RAZVOJ PPC SISTEMA U CIM OKRUŽENJU 147
Zora Arsovski, Miroljub Banković, DOO "Zastava Jugo automobili", Slavko Arsovski, Mašinski fakultet, Kragujevac, Milan Perović, Mašinski fakultet, Podgorica

INFORMACIONI SISTEM ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM I SLIKAMA 153
Dr Milan Runić, red. prof., Mr Dragica Stoin, asistent, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin

PROJEKTOVANJE POSTUPAKA ODRŽAVANJA PROIZVODNIH SISTEMA 161
Slobodan Kecojević, Dragutin Stanivuković, Ivan Beker, FTN Novi Sad

PRISTUP RAZVOJU CIM LOGISTIKE 169
Slavko Arsovski MF Kragujevac, Zora Arsovski, Miroljub Banković, Miloš Čomić - "Zastava automobili" Kragujevac

ODRŽAVANJE SREDSTAVA ZA RAD U OBRAZOVANJU I PRAKSI 175
Prof. dr Vladimir Ognjanović, Mašinski fakultet u Nišu

BAZE PODATAKA NA PERSONALNIM RAČUNARIMA O PRODUKTIVNOSTI OBRADNIH SISTEMA 183
Milan Erić, MF Kragujevac

KONCEPT POVEZIVANJA ELEMENATA FT STRUKTURA U LABORATORIJSKIM USLOVIMA 193
Toma Janoš, NIS Naftagas N. Sad, Gatalo Ratko, Hodolič Janko, FTN Novi Sad

INTEGRALNI PRISTUP PROJEKTOVANJU ORGANIZACIONIH STRUKTURA INDUSTRIJSKIH PREDUZEĆA 199
D. Zelenović, N. Carić, Z. Horvat, Lj. Dudak
FTN - Institut za industrijske sisteme, Novi Sad

INVESTICIJE I MENADŽMENT 207
Mr. Branislav Marić, FTN u Novom Sadu, Institut za industrijske sisteme

ipm
FTN NOVI SAD

INSTITUT ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO

24. SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA JUGOSLAVIJE

Novi Sad, 16-18. septembar 1992

ZBORNIK RADOVA

SEKCIJA V

MATEMATIČKI MODEL DINAMIČKOG PONAŠANJA KONSERVATIVNOG MEHANIČKOG SISTEMA NEIDEALNOG ROBOTA

Dr Slobodan Stojković, dipl.ing. Lola Institut, Beograd

REZIME

Model, urađen tako da se može primeniti i za analizu dinamičkog ponašanja mašinskog sistema kao konačnog uređenog skupa tela koja čine otvorenu ili zatvorenu, prostu ili razgranatu konfiguraciju, uzima u obzir realne odnose elemenata mehaničke strukture i bitno se razlikuje u definiciji i tretmanu kinematskih i dinamičkih veličina sistema u odnosu na literarno poznate.

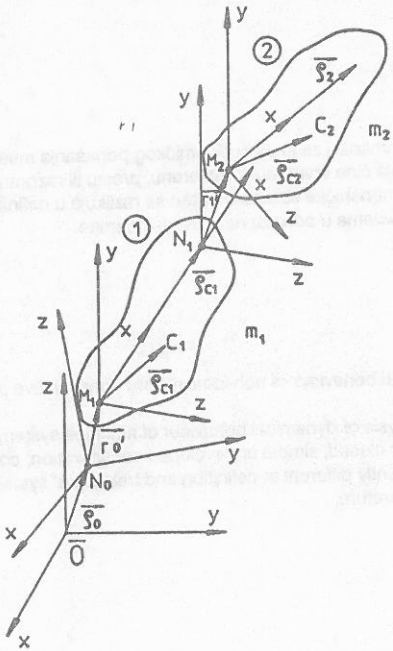
Matematical model of the dynamical behaviour of non-ideal robot's conservative mehanical system
Summary
Model, done to be applied for analysis of dynamical behaviour of machine system as limited ordered group of objects that make open or closed, simple or developed configuration, considers of mehanical structure's elements and is significantly different in definition and tretnent of system's kinematical and dynamical values from known in literature.

1. Uvod

Mehaničku strukturu robota kao i drugih mašinskih sistema predstavljamo uređenim skupom krutih tela. Segment tog skupa prikazujemo kao na Sl.1.
Na osnovu slike1. možemo identifikovati sledeću konvenciju:
Oxyz predstavlja nulti inercioni EUKLIDOV desni koordinatni sistema
Noxyz je inercioni koordinatni sistem oslonca prve ose, pri čemu se pod osom podrazumeva osa kinematskog para čija praktična rešenja najčešće omogućavaju ostvarivanje obrtnog ili translatornog relativnog kretanja. Kod neidealnih mehaničkih sistema razlikujemo osnovna i moguća relarivna kretanja tako da se kod neidealnog kinematskog para istovremeno pojavljuju i obrtna i translatorna relativna kretanja.

M_1	tačka prilaganja prve ose
M_1xyz	desni Euklidov relativno pokretni koordinatni sistem čvrsto vezan sa prvim telom
sistema.	
N_1	tačka oslonca druge ose
N_1	xyzdesni Euklidov koordinatni sistem čvrsto vezan sa prvim telom, tako da su mu ose
paralelne	sa osama sistema M_1xyz

$M_i xyz$ koordinatni sistem čvrsto vezan sa i-tim telom i to tako da mu se osa z poklapa sa osom osnovnog kretanjasa x spaja tačke M_i i N_i
radius vektor položaja tačke prilaganja i-te ose u odnosu na tačku oslonca i-te ose.
dužina tela jednaka međusobnom rastojanju tačaka M_i i N_i: radius vektor tačke N_i u odnosu na tačku M_i
radius vektor centra mase i-tog tela u sistemu $M_i xyz$
m_i masa i-tog tela.



Sl.1 Segment mehaničke strukture neidealnog robota

2. Osnovne odrednice mehaničke strukture neidealnog robota

Svi fizički parametri ovakvog robota (mase i raspored masa članaka, geometrijske veličine, inicijalna konfiguracija(sistema) slučajne su veličine i rezultatrealne mogućnosti ostvarivanja zadatih vrednosti mera, oblika ili odnosa u granicama dozvoljenih odstupanja. Radijus vektor položaja tačke prilaganja u odnosu na tačku oslanjanja i-te ose, , zavisi od slučajnih funkcija prenosa kinematskih parova i-te ose, , svedene krutosti ose , kao i ostvarenih geometrijskih parametara elemenata sklopa ose.
Funkcija prenosa zavisi od ostvarene tačnosti izrade kao i stanja svih komponenata kinematskog para. U vremenski ograničenom periodu posmatranja funkcije prenosa mogu se smatrati odrazom stacioniranih procesa sa svojstvom ergodičnosti.
Mehanička struktura robota, kao i drugih mašinskih sistema, može se predstaviti uređenim skupom tela, odnosno konfiguracijom.
Posmatrani skup genetski je uraden i raspolaže svojstvom partitivnosti. Svaka particija ovog skupa dobija se iz prethodne odbacivanjem genetski najstarijeg člana. Svaka particija predstavlja subkonfiguraciju mehaničke strukture. Svaki element skupa može generisati jednu ili više

subkonfiguracija. Konfiguracija mašinskog sistema može predstavljati kinematski otvorenu ili zatvorenu strukturu.
Konfiguracija mehaničkog sistema antropomorfnog robota predstavlja prostu kinematski otvorenu strukturu. Prosta kinematski otvorena struktura stroga je inicijalna. Svaki član ovakve strukture generiše jednu subkonfiguraciju.
Konfiguracija je skup tela sa kontrolisanom relativnom pokretljivošću, p(t), pri čemu razlikujemo dva granična stanja: $p(t)_{min}$ 0 (relativna nepokretnost) i $p(t)_{max} = ¥$
Subkonfiguracija je podskup trenutno relativno nepokretnih tela ($pl(t)=p(t)_{min}$).
Kretanje kinematski otvorene strukture sastoji se od kretanja substruktura.
Kretanje kinematski zatvorene strukture sastoji se od kretanja kinematski otvorene strukture i kretanja zatvaranja strukture.
Kretanj zatvorenja strukture počinje genetski najmlađim članom kinematski otvorene strukture. Pored genetski najmlađeg člana u kretanju zatvaranja učestvuju samo oni članovi čijim se kretanjem omogućuje kretanje zatvaranja. Kretanje kinematski otvorene strukture i kretanje zatvaranja strukture ostvaruje se istovremeno.

3.Položaj tačke subkonfiguracije

Na osnovu Sl.1. možemo definisati položaj tačke Nnk na n-tom članku i-te subkonfiguracije u odnosu na desni Euklidov koordinatni sistem čvrsto vezan za genetski najstariji članak i-te subkonfiguracije pomoću sledećeg izraza :

$$\vec{p}^{\,nk}_{M_i} = \vec{p}_i + \vec{r}'_i + \sum_{k=i}^{n-2} \left(\prod_{j=i}^{k} A^{M_{j+1}}_{M_j} \right) \left(\vec{p}_{k+1} + \vec{r}'_{k+1} \right) + \left(\prod_{j=i}^{k} A^{M_{j+1}}_{M_j} \right) \vec{p}_{nk}$$

$$i \le n \le np$$

gde su :
radijus vektor Nnk u odnosu na desni Euklidov koordinatni sistem čvrsto vezan u tački M_i sa i-tim člankom konfiguracije (prvim člankom i-te subkonfiguracije),
radijus vektor tačke NI,

-radius vektor tačke M_{i+1} u odnosu na sistem $N_i xyz$, paralelan sistemu $M_i xyz$, odnosno, radijus vektor tačke M_i u odnosu na $N_{i-1}xyz$ sistem paralelan sistemu $M_{i-1}xyz$

-matrica transformacije koordinatnog sistema čvrsto vezanog u tački M_{i+1} u koordinatni sistem čvrsto vezan sa tačkom M_{i+1}

$$A^{M_i}_{M_{i-1}} = A_s^{M_i}_{M_{i-1}} \cdot A_d^{M_i}_{M_{i-1}}$$

gde su : $A^{Mi}_{sMi\ -1}$ - matrica transformacije inicijalne konfiguracije

$A^{Mi}_{dMi\ -1}$ - matrica transformacije konfiguracije

-radijus vektor tačke Nnk na n-tom članku subkonfiguracije, u odnosu na sistem Mnxyz

4. Jednačina dinamičkog ponašanja konservativnog modela mehaničke strukture neidealnog robota

Kinetički potencijal ili Lagranžijan mehaničke strukture definišemo poznatom relacijom:
L=T-V,

a dinamičko ponašanje sistemom jednačina

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial}{\partial \dot{\xi}_k} - \frac{\partial L}{\partial \xi_k} = 0, \qquad k=1 \div 6$$

U posmatranom slučaju dinamičko ponašanje konservativnog modela mehaničke strukture neidealnog robota opisujemo jednačinom:

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial}{\partial \xi_k}\left\{\sum_{i=1}^{n_p}\left\{\frac{1}{2}\left(\sum_{j=1}^{n_p} m_j\right)\sum_p\sum_q \mathrm{Diag}\left|\left(\frac{\partial \vec{r}'_{i-1}}{\partial \xi_p}\right)\left(\frac{\partial \vec{r}'_{i-1}}{\partial \xi_q}\right)^{Tr}\right|\right.\right.$$

$$\dot{\xi}_p\dot{\xi}_q + \left(\sum_{j=1}^{n_p} m_j\right)\left[\sum_p \frac{\partial \vec{r}'_{i-1}}{\partial \xi_p}\dot{\xi}_p \cdot \left(A^{M_i}_{N_{i-1}}\right)^{-1} \cdot \sum_{s=1}^{3}\frac{\partial}{\partial \xi_s}\left(A^{M_i}_{N_{i-1}}\right)\right.$$

$$\left.\dot{\xi}_s^i\right]\frac{1}{\sum_{j=1}^{n_p} m_j}\left[m_i \vec{p}_{ci} + \left(\sum_{j=i+1}^{n_p} m_j\right)\left(\vec{p}_i + \vec{r}'_i\right) + \sum_{k=1}^{n_p-2}\left(\prod_{j=i}^{k} A^{M_{j+1}}_{M_j}\right)\right.$$

$$\left.\left(\vec{p}_{k+1} + \vec{r}'_{k+1}\right)m_{k+2} + \sum_{k=1}^{n_p-1}\left(\prod_{j=i}^{k} A^{M_{j+1}}_{M_j}\right)\vec{p}_{ck+1}\, m_{k+1}\right] + \frac{1}{2}\left(A^{M_i}_{N_{i-1}}\right)^{-1}$$

$$\sum_{s=1}^{3}\frac{\partial}{\partial \xi_s}\left(A^{M_i}_{N_{i-1}}\right)\dot{\xi}_s^i\,\theta^i_{M_i} \cdot \left(A^{M_i}_{N_{i-1}}\right)^{-1}\sum_{s=1}^{3}\frac{\partial}{\partial \xi_s}\left(A^{M_i}_{N_{i-1}}\right)\dot{\xi}_s^i\Bigg\} -$$

$$-\sum_{i=1}^{n_p}\left\{\sum_{j=1}^{n_j} c_j^i \int_{r'_{s(i-1)}}^{r'_{d(i-1)}}\left(\int_{r'_{s(i-1)}}^{r'_{d(i-1)}} d\vec{r}_j\right)d\vec{r}_j + \left(\sum_{j=i}^{n_p} m_j\right)\vec{g}\right.$$

$$\int_{P^i_{c\bar{O}s}}^{P^i_{c\bar{O}d}} d\left[\vec{p}_o + A^{No}_{\bar{o}}\,\vec{r}'_o + A^{No}_{\bar{o}}\sum_{k=1}^{i-1}\left(\prod_{j=i}^{i-1} A^{M_j}_{N_{j-1}}\right)\left(\vec{p}_k + \vec{r}'_k\right) + A^{No}_{\bar{o}}\right.$$

$$\left(\prod_{j=i} A_{N_{j-1}}\right) \frac{1}{\sum_{j=1}^{n_p} m_j} \left[m_i \vec{p}_{ci} + \sum_{j=i+1}^{n_p} m_j \left(\vec{p}_i + \vec{r}'_i\right) + \sum_{k=1} \left(\prod_{j=i} A_{M_j}\right)\right.$$

$$\left.\left(\vec{p}_{k+1} + \vec{r}'_{k+1}\right) m_{k+2} + \sum_{k=i}^{n_{p-1}} \left(\prod_{j=i}^{k} A_{M_j}^{M_{j+1}}\right) \vec{p}_{ck+1}\, m_{k+1} \right]\Bigg]\Bigg\} -$$

$$- \frac{\partial}{\partial \xi_s} \left\{ \sum_{i=1}^{n_j} \left\{ \frac{1}{2} \left(\sum_{j=i}^{n_p} m_j\right) \sum_p \sum_q \mathrm{Diag} \left| \left(\frac{\partial \vec{r}'_{i-1}}{\partial \xi_p}\right) \left(\frac{\partial \vec{r}'_{i-1}}{\partial \xi_q}\right)^{Tr} \right| \right.\right.$$

$$\dot{\xi}_p \dot{\xi}_q + \left(\sum_{j=i}^{n_p} m_j\right) \left[\sum_p \frac{\partial \vec{r}'_{i-1}}{\partial \xi_p} \dot{\xi}_p \left(A_{N_{i-1}}^{M_i}\right)^{-1} \cdot \sum_{s=1}^{3} \frac{\partial}{\partial \xi_s} \left(A_{N_{i-1}}^{M_i}\right)\right.$$

$$\left.\dot{\xi}_s^{\,i}\right] \cdot \frac{1}{\sum_{j=i+1}^{n_p} m_j} \left[m_i \vec{p}_{ci} + \sum_{j=i+1}^{n_p} m_j \left(\vec{p}_i + \vec{r}'_i\right) + \sum_{k=i}^{n_{p-2}} \left(\prod_{j=i}^{k} A_{M_j}^{M_{j+1}}\right)\right.$$

$$\left.\left(\vec{p}_{k+1} + \vec{r}'_{k+1}\right) m_{k+2} + \sum_{k=1}^{n_{p-1}} \left(\prod_{j=i}^{k} A_{M_j}^{M_{j+1}}\right) \vec{p}_{ck+1}\, m_{k+1}\right] + \frac{1}{2} \left(A_{N_{i-1}}^{M_i}\right)^{-1} \cdot$$

$$\sum_{s=1}^{3} \frac{\partial}{\partial \xi_s} \left(A_{N_{i-1}}^{M_i}\right) \dot{\xi}_s^{\,i} \cdot \theta_{M_i}^{\,i} \cdot \left(A_{N_{i-1}}^{M_i}\right)^{-1} \sum_{s=1}^{3} \frac{\partial}{\partial \xi_s} \left(A_{N_{i-1}}^{M_i}\right) \dot{\xi}_s^{\,i} \Bigg\} -$$

$$- \sum_{i=1}^{n_p} \left\{ \sum_{j=1}^{n_j} c_j^{\,i} \int_{r'_{s(i-1)}}^{r'_{d(i-1)}} \left(\int_{r'_{s(i-1)}}^{r'_{d(i-1)}} d\vec{r}_j \right) d\vec{r}_j + \left(\sum_{j=i}^{n_p} m_j\right) \vec{g} \right.$$

$$\int_{p^i_{c\bar{O}s}}^{p^i_{c\bar{O}d}} d\Big[\vec{p}_o + A_{\bar{o}}^{No} \vec{r}'_o + A_{\bar{o}}^{No} \sum_{k=1}^{i-1} \left(\prod_{j=i}^{i-1} A_{N_{j-1}}^{M_j}\right) \left(\vec{p}_k + \vec{r}'_k\right) + A_{\bar{o}}^{No}$$

$$\left(\prod_{j=i}^{i} A_{N_{j-1}}^{M_j}\right) \frac{1}{\sum_{j=1}^{n_p} m_j} \left[m_i \vec{p}_{ci} + \sum_{j=i+1}^{n_p} m_j \left(\vec{p}_i + \vec{r}'_i\right) + \sum_{k=i}^{n_{p-2}} \left(\prod_{j=i}^{k} A_{M_j}^{M_{j+1}}\right)\right.$$

$$\left.\left(\vec{p}_{k+1} + \vec{r}'_{k+1}\right) m_{k+2} + \sum_{k=i}^{n_{p-1}} \left(\prod_{j=i}^{k} A_{M_j}^{M_{j+1}}\right) \vec{p}_{ck+1}\, m_{k+1}\right]\Bigg]\Bigg\} = 0$$

Pri tome kinetičku energiju konfiguracije antropomorfnog robota izražavamo zbirom kinetičkih energija subkonfiguracija:

$$T = \sum_{i=1}^{n_p} T^i = \sum_{i=1}^{n_p} \left\{ \frac{1}{2} \left(\sum_{j=1}^{n_p} m_j \right) \dot{\vec{p}}'_{i-1} \dot{\vec{r}}'_{i-1} + \left(\sum_{j=1}^{n_p} m_j \right) \left[\dot{\vec{p}}'_{i-1} \cdot \right.\right.$$

$$\left.\left. \cdot \left(A^{M_i}_{N_{i-1}} \right)^{-1} \frac{d}{dt} \left(A^{M_i}_{N_{i-1}} \right) \cdot \theta^i_{M_i} \cdot \left(A^{M_i}_{N_{i-1}} \right)^{-1} \frac{d}{dt} \left(A^{M_i}_{N_{i-1}} \right) \right] \right\}$$

Pri definisanju potencijalne energije i-te subkonfiguracije poštovani su uslovi ostvarivanja njenog kretanja u odnosu na osu oslanjanja i u odnosu na prostor u kome se to kretanje realizuje.
Organizacija ose oslanjanja subkonfiguracije mehaničke strukture neidealnog robota nije jedinstvena ni u okviru istog robota ni između robota različitih tipova, ali su razmatrane opšte karakteristike ostvarenih veza.
To su najčešće pozicione, slučajne, u vremenski ograničenom periodu posmatranja stacionirane i ergodične, prostorne, nelinearne, elastične, nehomogene, višestruke i otporne veze. U našem posmatranju smatramo da su veze linearne, homogene i neotporne, a da je ambijent u kome se ostvaruje kretanje neotporni prostor delovanja zemljine sile teže.

$$V = \sum_{i=1}^{n_p} V_i = \sum_{i=1}^{n_p} \left\{ \sum_{j=1}^{n_j} c^i_j \int_{r'_{s(i-1)}}^{r'_{d(i-1)}} \left(\int_{r'_{s(i-1)}}^{r'_{d(i-1)}} d\vec{r}_j \right) d\vec{r}_j + \left(\sum_{j=i}^{n_p} m_j \right) \right.$$

$$\cdot \vec{g} \int_{p^i_{c\bar{O}s}}^{p^i_{c\bar{O}d}} d \left[\vec{p}_o + A^{No}_{\bar{o}} \vec{r}'_o + A^{No}_{\bar{o}} \sum_{k=1}^{i-1} \left(\prod_{j=i}^{i-1} A^{M_j}_{N_{j-1}} \right) \left(\vec{p}_k + \vec{r}'_k \right) + A^{No}_{\bar{o}} \right.$$

$$\left(\prod_{j=i}^{i} A^{M_j}_{N_{j-1}} \right) \frac{1}{\sum_{j=1}^{n_p} m_j} \left[m_i \vec{p}_{ci} + \sum_{j=i+1}^{n_p} m_j \left(\vec{p}_i + \vec{r}'_i \right) + \sum_{k=1}^{n_p-2} \left(\prod_{j=i}^{k} A^{M_{j+1}}_{M_j} \right) \right.$$

$$\left.\left.\left. \left(\vec{p}_{k+1} + \vec{r}'_{k+1} \right) m_{k+2} + \sum_{k=i}^{n_p-1} \left(\prod_{j=i}^{k} A^{M_{j+1}}_{M_j} \right) \vec{p}_{ck+1} m_{k+1} \right] \right] \right\}$$

5. Zaključna razmatranja

Izneti rezultati istraživanja ilustruju deo strateškog istraživačko-tehnološkog projekta TESOR. Cilj istraživanja ponašanja neidealnog robota je stvaranje pretpostavki za ozbiljne prodore u oblasti razvoja Robo- tehnologija, odnosno praktične sinteze obradnih sistema u kojima robot vrši aktivnu ulogu: držanja i vođenja reznog alata, odnosno obradne jedinice, u procesu obrade radnog predmeta.
U toku je sinteza matematičkog modela dinamičkog ponašanja nekonservativnog mehaničkog sistema neidealnog robota i definisanje matematičkog modela obradne zone na bazi analize fenomenologije nastalih fizičkih pojava.

LITERATURA:

S.Stojković, Some Problems of Robot Dynamics Modelling, International Conference on the Robotics, Dubrovnik, 1989, 26-28. 06.

S. Stojković, Neki problemi modeliranja dinamike robota, šesti Jugoslovenski simpozijum za primenjenu robotiku i fleksibilnu automatizaciju, Novi Sad, 1989, 12-16.6.

S. Stojković, Matematički model dinamičkog ponašanja neidealnog robota, XXXVIII stručno-naučni skup LOLA, Beograd, 1989, 14.11.

S. Stojković, Matematički model dinamičkog ponašanja zgloba neidealnog robota, 12.Jugoslovenski Simpozijum NO-Roboti-fts, Cavtat, 1990, 3-9.2.

S. Stojković, Prognoza dinamičkog ponašanja neidealnog robota, MMA' 90, Novi Sad, 1990, 22-24.9.

SINTEZA NOMINALNOG UPRAVLJANJA MANIPULACIONIM ROBOTIMA PRIMENOM METODE PROPAGACIJE UNAZAD

Dušan Surla, Nataša Divljak [1]
Institut za matematiku
Trg Dositeja Obradovića 4
21000 Novi Sad, Jugoslavija

1. Uvod

Metode neuralnih mreža primenjuju se i na probleme optimizacije, uključujući i probleme optimalnog upravljanja. U [1] su dati metodi koji omogućavaju efikasnije i praktičnije učenje preslikavanja inverzne kinematike i dinamike ruke robota primenom metode propagacije unazad u off-line i on-line režimu. Primena statičke i dinamičke metode propagacije unazad za rešavanje problema upravljanja dinamičkim sistemima opisana je u [6]. U radu [2] problem optimalnog upravljanja sveden je na konturni problem i zatim transformisan u problem minimizacije funkcije greške koji je rešavan primenom Hopefield-Tankove neuralne mreže. Pored gradijentne metode, predložena je i modifikovana Hopefieldova mreža zasnovana na postupku konjugovanog gradijenta. U [3] predložen je metod za nelinearni regulator koji integriše tehnike linearnog optimalnog upravljanja i metoda učenja nelinearnih neuralnih mreža.

Numeričke metode optimalnog upravljanja primenjene za sintezu nominalne dinamike manipulacionih robota date su u radovima [10], [4], [5]. Ove metode su zasnovane na klasičnoj teoriji optimalnog upravljanja i kompletnom dinamičkom modelu manipulacionih robota. Modifikacija ovih metoda za rešavanje problema optimalnog upravljanja primenom neuralnih mreža data je u [8]. Primenjen je algoritam propagacije unazad. Ulaz u višeslojnu neuralnu mrežu sa prostiranjem unapred bile su komponente vektora stanja, a izlaz vektor upravljanja. Promena težina veza vršena je na osnovu minimizacije Hamiltonijana.

U ovom radu algoritam dat u [8] proširen je na odredjivanje upravljanja koje manipulacione robote prevodi iz datog početnog u dato terminalno stanje. Postizanje terminalnog stanja ostvaruje se metodom kaznenih funkcija.

[1] Rad je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnologiju Republike Srbije

5-9

2. Matematički model robota

Matematički model manipulacionih robota sastoji se iz mehaničkog dela sistema S^M i izvršnih organa (aktuatora) S^i [9].

Matematički model mehaničke konfiguracije je sledećeg oblika:

$$S^M: \quad \mathbf{P} = H(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}} + \mathbf{h}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}), \tag{1}$$

gde je $\mathbf{P} \in \mathcal{R}^n$ - vektor generalisanih sila, $\mathbf{q} \in \mathcal{R}^n$ - vektor koordinata stepeni slobode mehaničkog dela sistema, n - broj stepeni slobode, $H(\mathbf{q}) : \mathcal{R}^n \to \mathcal{R}^{n \times n}$ - inercijalna matrica, $\mathbf{h}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) : \mathcal{R}^n \times \mathcal{R}^n \to \mathcal{R}^n$ - vektor gravitacionih efekata.

Model aktuatora za i-ti stepen slobode dat je u sledećem obliku:

$$S^i: \quad \dot{\mathbf{x}}^i = A^i\mathbf{x}^i + \mathbf{b}^i N(\mathbf{u}^i) + \mathbf{f}^i P^i, \tag{2}$$

gde je $\mathbf{x}^i \in \mathcal{R}^{n_i}$ - vektor stanja $i$tog aktuatora, A^i - matrica dimenzije $n_i \times n_i$, $\mathbf{b}^i, \mathbf{f}^i \in \mathcal{R}^{n_i}$, $N(\mathbf{u}^i)$ - nelinearnost tipa amplitudnog zasićenja, $P^i \in \mathcal{R}$ - odgovarajuća generalisana sila.

Na osnovu (1) i (2), matematički model kompletnog sistema predstavljen je sledećim izrazom:

$$S: \quad \dot{\mathbf{x}} = \hat{A}(\mathbf{x}) + \hat{B}(\mathbf{x})N(\mathbf{u}) \tag{3}$$

Matrice $\hat{A}$ i $\hat{B}$ date su izrazima:

$$\begin{aligned} \hat{A}(\mathbf{x}) &= A\mathbf{x} + F(E - HTF)^{-1}(HTA\mathbf{x} + \mathbf{h}) \\ \hat{B}(\mathbf{x}) &= B + F(E - HTF)^{-1}HTB, \end{aligned}$$

gde je $N = \sum_{i=1}^{n} n_i$ - red sistema, $T \in \mathcal{R}^{n \times N}, T = diag(T^i), T^i \in \mathcal{R}^{1 \times n_i}, \ddot{\mathbf{q}}^i = T^i\dot{\mathbf{x}}^i$, $A \in \mathcal{R}^{N \times N}, A = diag(A^i), B \in \mathcal{R}^{N \times n}, B = diag(\mathbf{b}^i), F \in \mathcal{R}^{N \times n}, F = diag(\mathbf{f}^i)$.

3. Definisanje manipulacionog zadatka

Manipulacioni zadatak sastoji se u sledećem: Naći optimalno upravljanje koje transformiše manipulacioni sistem (3) iz početnog stanja $\mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0$ u terminalno stanje $\mathbf{x}(T) = \beta$ i minimizira kriterijum optimalnosti

$$J(\mathbf{u}) = \int_0^T L(\mathbf{x}, \mathbf{u})dt, \tag{4}$$

gde je T dato.

U ovom slučaju, Hamiltonijan je oblika:

$$H(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{p}) = L(\mathbf{x}, \mathbf{u}) + < \mathbf{p}, \hat{A}(\mathbf{x}) + \hat{B}(\mathbf{x})N(\mathbf{u}) > \tag{5}$$

Prema Pontrjaginovom principu, optimalno upravljanje zadovoljava sledeći kanonički sistem jednačina:

$$\dot{\mathbf{x}} = \hat{A}(\mathbf{x}) + \hat{B}(\mathbf{x})N(\mathbf{u}) \tag{6}$$

$$\dot{\mathbf{p}} = -\frac{\partial L}{\partial \mathbf{x}} + \left(\frac{\partial \hat{A}}{\partial \mathbf{x}} + N(\mathbf{u})\frac{\partial \hat{B}}{\partial \mathbf{x}}\right)\mathbf{p} \tag{7}$$

sa graničnim uslovima

$$\mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0, \quad \mathbf{p}(T) = \frac{\partial K(\mathbf{x}(T))}{\partial \mathbf{x}} \tag{8}$$

gde je

$$K(\mathbf{x}(T)) = \frac{1}{2\epsilon}\|(\mathbf{x}(T) - \beta)\| \tag{9}$$

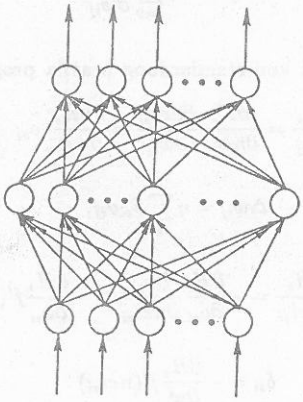
Sa $\|\cdot\|$ označena je euklidska norma, a ϵ je parametar kaznene funkcije koji teži 0.

Za diskretizaciju sistema (6–7) uvedene su sledeće oznake:
$h = T/q$, $t_i = ih$, $\mathbf{x}_i = \mathbf{x}(t_i)$, $\mathbf{u}_i = \mathbf{u}(t_i)$, $\mathbf{p}_i = \mathbf{p}(t_i)$, $H_i = H(\mathbf{x}_i, \mathbf{u}_i, \mathbf{p}_i)$, $i = 0, ..., q$

4. Metod učenja

4.1 Struktura neuralne mreže

Korišćena je višeslojna neuralna mreža sa prostiranjem unapred. Donji sloj su ulazne jedinice, gornji sloj čine izlazne jedinice, a izmedju se nalaze slojevi skrivenih jedinica. Svaka jedinica prima ulaze iz slojeva nižih od svog, a šalje izlaz jedinicama u slojevima višim od svog. Na slici 1 prikazana je troslojna neuralna mreža sa prostiranjem unapred.



Sl. 1 *Višeslojna mreža sa prostiranjem unapred*

Uvodimo sledeće oznake:

o_i – izlaz $i$te jedinice
w_{ij} – težina veze izmedju $j$te i $i$te jedinice
b_i – tendencija $i$te jedinice

Izlaz o_i svake jedinice je funkcija njenog ulaza net_i:

$$o_i = f(net_i)$$

$$net_i = \sum_j w_{ij} o_j + b_i$$

Za funkciju aktivacije f uzeta je sigmoid za skrivene jedinice

$$o_i = \frac{1}{1 + e^{-net_i}}$$

a identična funkcija za izlazne jedinice

$$o_i = net_i$$

Aktivacije ulaznih jedinica postavljene su na vrednosti odredjene vektorom stanja $\mathbf{x}_i$ a dobijene vrednosti izlaznih jedinica predstavljaju vrednosti vektora upravljanja $\mathbf{u}_i$. Formalno,

$$\mathbf{u}_i = \Phi(\mathbf{W}, \mathbf{x}_i, \mathbf{b}), \tag{10}$$

gde je $\mathbf{W}$ – matrica težina, a $\mathbf{b}$ is vektor tendencija.

4.2 Učenje

Za obučavanje mreže izabran je algoritam propagacije unazad [3] koji se zasniva na metodi gradijentnog spusta kvadrata greške izmedju ciljne i dobijene vrednosti za dati skup uzoraka. Cilj je odrediti skup težina koji minimizira funkciju greške. Kako je za naš optimizacioni zadatak potrebno minimizirati Hamiltonijan (5), uzeta je ova funkcija umesto funkcije greške [8]. Modifikacija težina vrši se proporcionalno gradjentu Hamiltonijana u odnosu na težine.

$$\Delta w_{ij} = -\eta \sum_{s=0}^{q} \frac{\partial H_s}{\partial w_{ij}},$$

gde je $\eta > 0$ – stopa obučavanja.

$\partial H_s / \partial w_{ij}$ odredjuje se kao i kod standardnog pravila propagacije unazad na sledeći način:

$$\frac{\partial H_s}{\partial w_{ij}} = \frac{\partial H_s}{\partial net_{si}} \frac{\partial net_{si}}{\partial w_{ij}} = \frac{\partial H_s}{\partial net_{si}} o_{sj}$$

Dakle,

$$\Delta w_{ij} = \eta \sum_s \delta_{si} o_{sj},$$

gde je

$$\delta_{si} = -\frac{\partial H_s}{\partial net_{si}} = -\frac{\partial H_s}{\partial o_{si}} \frac{\partial o_{si}}{\partial net_{si}} = -\frac{\partial H_s}{\partial o_{si}} f'(net_{si})$$

Za izlazne jedinice je:

$$\delta_{si} = -\frac{\partial H_s}{\partial u_s^i} f'(net_{si})$$

a za skrivene jedinice:

$$\delta_{si} = f'(net_{si}) \sum_k \delta_{sk} w_{ki}$$

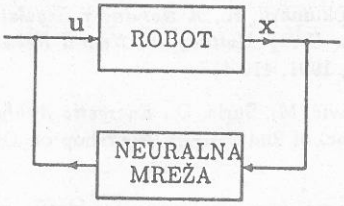
Prema tome, $n$ta promena težina se može opisati kao

$$\Delta w_{ij}(n) = \eta \sum_{s=0}^{q} \delta_{si} o_{sj} + \alpha \Delta w_{ij}(n-1), \tag{11}$$

gde je $\alpha > 0$ – impuls koji ubrzava učenje.

5. Algoritam

Pod pretpostavkom da se vektor stanja $\mathbf{x}$ meri na izlazu, tada se upravljanje $\mathbf{u}$ dobija iz relacije (10). Na slici 2 prikazan je blok–dijagram upravljanja manipulacionim robotom.



Sl. 2 *Blok–dijagram upravljanja primenom neuralne mreže*

Algoritamska struktura za odredjivanje optimalnog upravljanja je sledećeg oblika:

ulaz : $\mathbf{W}$, $\mathbf{x}_0$, β, ϵ, δ, k, H' ($\|H'\|$ - velika vrednost)
kraj:=false;
repeat
  $\mathbf{u}_0 = \Phi(\mathbf{W}, \mathbf{x}_0, \mathbf{b})$
  for i:=1 to q do
    begin
      $\mathbf{x}_i = \mathbf{x}_{i-1} + h(\hat{A}(\mathbf{x}_{i-1}) + \hat{B}(\mathbf{x}_{i-1})N(\mathbf{u}_{i-1}))$;
      $\mathbf{u}_i = \Phi(\mathbf{W}, \mathbf{x}_1, \mathbf{b})$
    end;
  $\mathbf{p}_q = (\mathbf{x}_q - \beta)/\epsilon$;
  for i:=q-1 downto 0 do
    $\mathbf{p}_i = \mathbf{p}_{i+1} + h(\partial L(\mathbf{x}_i, \mathbf{u}_i)/\partial \mathbf{x}_i + (\partial \hat{A}(\mathbf{x}_i)/\partial \mathbf{x}_i + N(\mathbf{u}_i)\partial \hat{B}(\mathbf{x}_i)/\partial \mathbf{x}_i)\mathbf{p}_i)$;
  for i:=0 to q do
    $H_i = H(\mathbf{x}_i, \mathbf{u}_i, \mathbf{p}_i)$;
  if ($\|H\| - \|H'\| < \epsilon$) then
    if ($\|\mathbf{x}_q - \beta\| < \delta$) then
      kraj:=true
    else
      $\epsilon := \epsilon/2$;
  else
    promena težina prema (11);
  $H' = H$
until kraj;

6. Zaključak

U osnovi predložene algoritamske strukture za sintezu nominalnog upravljanja manipulacionim robotima je kompletan matematički model ovih mehanizama. Koristeći program MANSYM za automatsko formiranje dinamičkog modela manipulacionih robota predložen algoritam je neposredno pripremljen za implementaciju.

Literatura

[1] Bassi, D. F., *Connectionist Dynamic Control of Robotic Manipulators*, PhD thesis, Faculty of the Graduate School, University of Southern California, 1990.

[2] Biswas, S. K., *A Conjugate Hopfield Neural Network for Optimum Systems Control*, Proc. of the 29th Conf. on Desicion and Control, Honolulu, 1990, 1757-1762.

[3] Iiguni, Y., Sakai, H., Tokumaru, H., *A Nonlinear Regulator Design in the Presence of System Uncertainties Using Multilayered Neural Networks*, IEEE Trans. Neural Networks, Vol. 2, No. 4, 1991, 410-417.

[4] Konjović, Z., Vukobratović, M., Surla, D., *Energetic Analysis of Manipulation robots Nominal Dynamics*, Proc. of 2nd Project Workshop on CIM and Robotics Applications, Beograd, 1991.

[5] Konjović, Z. *Prilog automatskom planiranju trajektorija manipulacionh robota*, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 1992.

[6] Narendra, K. S., Parthasarathy, K., *Identification and Control of Dynamical Systems Using Neural Networks*, IEEE Trans. Neural Networks, vol. 1, 1990, 4–27.

[7] Rumelhart, D. E., McClelland, J. L. and PDP Research group, *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Congnition*, vol. I, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986.

[8] Surla, D., Divljak, N. *Back-Propagation Method for Solving Optimal Control Problem*, Bull. Appl. Math. (in print)

[9] Vukobratović, M., Stokić, D., *Scientifical Fundamentals of Robotics 2, Control of Manipulation Robots*, Monograph, Springer–Verlag, Berlin, 1982.

[10] Vukobratović, M., Konjović, Z., Surla, D., *Computer-aided Synthesis of Optimal Robot Trajectories by Using the Hamiltonian and Complete Dynamic Model*, MATHEMATICAL and INTELLIGENT models in system simulation, R. Hanus, P. Kool, S. Tzafestas (editros), J.C. Baltzer AG, Scientific Publishing Co., IMACS, 1991, 591-596.

Dušan Surla, Nataša Divljak

SINTEZA NOMINALNOG UPRAVLJANJA MANIPULACIONIM ROBOTIMA PRIMENOM METODE PROPAGACIJE UNAZAD

Rezime

U radu je data algoritamska struktura za odredjivanje optimalnog upravljanja koje manipulacione robote prevodi iz datog početnog u dato terminalno stanje. U osnovi algoritma je klasična teorija optimalnog upravljanja sa kompletnim dinamičkim modelom manipulacionih robota. Za sintezu optimalnog upravljanja korišćena je neuralna mreža. Ulaz u neuralnu mrežu je vektor stanja, a izlaz vektor upravljanja. Korekcija težina veza neuralne mreže vrši se na osnovu minimizacije Hamiltonijana primenom metode propagacije unazad. Dovodjenje sistema u dato terminalno stanje postiže se metodom kaznenih funkcija.

ON THE SYNTHESIS OF NOMINAL CONTROL OF MANIPULATION ROBOTS USING BACK-PROPAGATION METHOD

Abstract

An algorithmic structure for determining the optimal control that transforms manipulation robots from the given initial state to the given terminal state is presented. The algorithm is based on a classical theory of optimal control and complete dynamic model of manipulation robots. Neural network methods are used for the synthesis of optimal control. Input units correspond to the state vector and the output units to the control vector. Modification of weights is based on the minimization of the Hamiltonian using back-propagation method. The system is transfered into the terminal state by using the penalty function method.

SINTEZA NOMINALNOG UPRAVLJANJA MANIPULACIONIM ROBOTIMA PRIMENOM METODE PROPAGACIJE UNAZAD

Dušan Surla, Nataša Divljak [1]
Institut za matematiku
Trg Dositeja Obradovića 4
21000 Novi Sad, Jugoslavija

1. Uvod

Metode neuralnih mreža primenjuju se i na probleme optimizacije, uključujući i probleme optimalnog upravljanja. U [1] su dati metodi koji omogućavaju efikasnije i praktičnije učenje preslikavanja inverzne kinematike i dinamike ruke robota primenom metode propagacije unazad u off-line i on-line režimu. Primena statičke i dinamičke metode propagacije unazad za rešavanje problema upravljanja dinamičkim sistemima opisana je u [6]. U radu [2] problem optimalnog upravljanja sveden je na konturni problem i zatim transformisan u problem minimizacije funkcije greške koji je rešavan primenom Hopefield–Tankove neuralne mreže. Pored gradijentne metode, predložena je i modifikovana Hopefieldova mreža zasnovana na postupku konjugovanog gradijenta. U [3] predložen je metod za nelinearni regulator koji integriše tehnike linearnog optimalnog upravljanja i metoda učenja nelinearnih neuralnih mreža.

Numeričke metode optimalnog upravljanja primenjene za sintezu nominalne dinamike manipulacionih robota date su u radovima [10], [4], [5]. Ove metode su zasnovane na klasičnoj teoriji optimalnog upravljanja i kompletnom dinamičkom modelu manipulacionih robota. Modifikacija ovih metoda za rešavanje problema optimalnog upravljanja primenom neuralnih mreža data je u [8]. Primenjen je algoritam propagacije unazad. Ulaz u višeslojnu neuralnu mrežu sa prostiranjem unapred bile su komponente vektora stanja, a izlaz vektor upravljanja. Promena težina veza vršena je na osnovu minimizacije Hamiltonijana.

U ovom radu algoritam dat u [8] proširen je na odredjivanje upravljanja koje manipulacione robote prevodi iz datog početnog u dato terminalno stanje. Postizanje terminalnog stanja ostvaruje se metodom kaznenih funkcija.

[1] Rad je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnologiju Republike Srbije

2. Matematički model robota

Matematički model manipulacionih robota sastoji se iz mehaničkog dela sistema S^M i izvršnih organa (aktuatora) S^i [9].

Matematički model mehaničke konfiguracije je sledećeg oblika:

$$S^M: \quad \mathbf{P} = H(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}} + \mathbf{h}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}), \tag{1}$$

gde je $\mathbf{P} \in \mathcal{R}^n$ - vektor generalisanih sila, $\mathbf{q} \in \mathcal{R}^n$ - vektor koordinata stepeni slobode mehaničkog dela sistema, n - broj stepeni slobode, $H(\mathbf{q}) : \mathcal{R}^n \to \mathcal{R}^{n \times n}$ - inercijalna matrica, $\mathbf{h}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) : \mathcal{R}^n \times \mathcal{R}^n \to \mathcal{R}^n$ - vektor gravitacionih efekata.

Model aktuatora za i-ti stepen slobode dat je u sledećem obliku:

$$S^i: \quad \dot{\mathbf{x}}^i = A^i\mathbf{x}^i + \mathbf{b}^i N(\mathbf{u}^i) + \mathbf{f}^i P^i, \tag{2}$$

gde je $\mathbf{x}^i \in \mathcal{R}^{n_i}$ - vektor stanja $i$tog aktuatora, A^i - matrica dimenzije $n_i \times n_i$, $\mathbf{b}^i, \mathbf{f}^i \in \mathcal{R}^{n_i}$, $N(\mathbf{u}^i)$ - nelinearnost tipa amplitudnog zasićenja, $P^i \in \mathcal{R}$ - odgovarajuća generalisana sila.

Na osnovu (1) i (2), matematički model kompletnog sistema predstavljen je sledećim izrazom:

$$S: \quad \dot{\mathbf{x}} = \hat{A}(\mathbf{x}) + \hat{B}(\mathbf{x})N(\mathbf{u}) \tag{3}$$

Matrice $\hat{A}$ i $\hat{B}$ date su izrazima:

$$\begin{aligned} \hat{A}(\mathbf{x}) &= A\mathbf{x} + F(E - HTF)^{-1}(HTA\mathbf{x} + \mathbf{h}) \\ \hat{B}(\mathbf{x}) &= B + F(E - HTF)^{-1}HTB, \end{aligned}$$

gde je $N = \sum_{i=1}^{n} n_i$ - red sistema, $T \in \mathcal{R}^{n \times N}, T = diag(T^i), T^i \in \mathcal{R}^{1 \times n_i}, \ddot{\mathbf{q}}^i = T^i\dot{\mathbf{x}}^i$, $A \in \mathcal{R}^{N \times N}, A = diag(A^i), B \in \mathcal{R}^{N \times n}, B = diag(\mathbf{b}^i), F \in \mathcal{R}^{N \times n}, F = diag(\mathbf{f}^i)$.

3. Definisanje manipulacionog zadatka

Manipulacioni zadatak sastoji se u sledećem: Naći optimalno upravljanje koje transformiše manipulacioni sistem (3) iz početnog stanja $\mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0$ u terminalno stanje $\mathbf{x}(T) = \beta$ i minimizira kriterijum optimalnosti

$$J(\mathbf{u}) = \int_0^T L(\mathbf{x}, \mathbf{u})dt, \tag{4}$$

gde je T dato.

U ovom slučaju, Hamiltonijan je oblika:

$$H(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{p}) = L(\mathbf{x}, \mathbf{u}) + < \mathbf{p}, \hat{A}(\mathbf{x}) + \hat{B}(\mathbf{x})N(\mathbf{u}) > \tag{5}$$

Prema Pontrjaginovom principu, optimalno upravljanje zadovoljava sledeći kanonički sistem jednačina:

$$\dot{\mathbf{x}} = \hat{A}(\mathbf{x}) + \hat{B}(\mathbf{x})N(\mathbf{u}) \tag{6}$$

$$\dot{\mathbf{p}} = -\frac{\partial L}{\partial \mathbf{x}} + \left(\frac{\partial \hat{A}}{\partial \mathbf{x}} + N(\mathbf{u})\frac{\partial \hat{B}}{\partial \mathbf{x}}\right)\mathbf{p} \tag{7}$$

sa graničnim uslovima

$$\mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0, \quad \mathbf{p}(T) = \frac{\partial K(\mathbf{x}(T))}{\partial \mathbf{x}} \tag{8}$$

gdje je

$$K(\mathbf{x}(T)) = \frac{1}{2\epsilon}\|(\mathbf{x}(T) - \beta)\| \tag{9}$$

Sa $\|\cdot\|$ označena je euklidska norma, a ϵ je parametar kaznene funkcije koji teži 0.

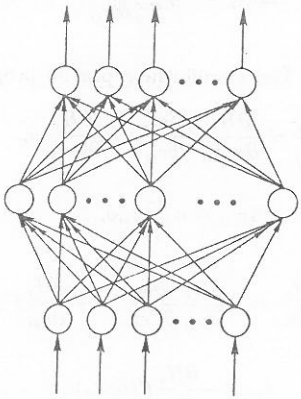
Za diskretizaciju sistema (6-7) uvedene su sledeće oznake:

$h = T/q$, $t_i = ih$, $\mathbf{x}_i = \mathbf{x}(t_i)$, $\mathbf{u}_i = \mathbf{u}(t_i)$, $\mathbf{p}_i = \mathbf{p}(t_i)$, $H_i = H(\mathbf{x}_i, \mathbf{u}_i, \mathbf{p}_i)$, $i = 0, ..., q$

4. Metod učenja

4.1 Struktura neuralne mreže

Korišćena je višeslojna neuralna mreža sa prostiranjem unapred. Donji sloj su ulazne jedinice, gornji sloj čine izlazne jedinice, a izmedju se nalaze slojevi skrivenih jedinica. Svaka jedinica prima ulaze iz slojeva nižih od svog, a šalje izlaz jedinicama u slojevima višim od svog. Na slici 1 prikazana je troslojna neuralna mreža sa prostiranjem unapred.



Sl. 1 *Višeslojna mreža sa prostiranjem unapred*

Uvodimo sledeće oznake:

o_i - izlaz $i$te jedinice

w_{ij} - težina veze izmedju $j$te i $i$te jedinice

b_i - tendencija $i$te jedinice

Izlaz o_i svake jedinice je funkcija njenog ulaza net_i:

$$o_i = f(net_i)$$

$$net_i = \sum_j w_{ij} o_j + b_i$$

Za funkciju aktivacije f uzeta je sigmoid za skrivene jedinice

$$o_i = \frac{1}{1 + e^{-net_i}}$$

a identična funkcija za izlazne jedinice

$$o_i = net_i$$

Aktivacije ulaznih jedinica postavljene su na vrednosti odredjene vektorom stanja $\mathbf{x}_i$ a dobijene vrednosti izlaznih jedinica predstavljaju vrednosti vektora upravljanja $\mathbf{u}_i$. Formalno,

$$\mathbf{u}_i = \Phi(\mathbf{W}, \mathbf{x}_i, \mathbf{b}), \tag{10}$$

gde je $\mathbf{W}$ - matrica težina, a $\mathbf{b}$ is vektor tendencija.

4.2 Učenje

Za obučavanje mreže izabran je algoritam propagacije unazad [3] koji se zasniva na metodi gradijentnog spusta kvadrata greške izmedju ciljne i dobijene vrednosti za dati skup uzoraka. Cilj je odrediti skup težina koji minimizira funkciju greške. Kako je za naš optimizacioni zadatak potrebno minimizirati Hamiltonijan (5), uzeta je ova funkcija umesto funkcije greške [8]. Modifikacija težina vrši se proporcionalno gradjentu Hamiltonijana u odnosu na težine.

$$\Delta w_{ij} = -\eta \sum_{s=0}^{q} \frac{\partial H_s}{\partial w_{ij}},$$

gde je $\eta > 0$ - stopa obučavanja.

$\partial H_s / \partial w_{ij}$ odredjuje se kao i kod standardnog pravila propagacije unazad na sledeći način:

$$\frac{\partial H_s}{\partial w_{ij}} = \frac{\partial H_s}{\partial net_{si}} \frac{\partial net_{si}}{\partial w_{ij}} = \frac{\partial H_s}{\partial net_{si}} o_{sj}$$

Dakle,

$$\Delta w_{ij} = \eta \sum_s \delta_{si} o_{sj},$$

gde je

$$\delta_{si} = -\frac{\partial H_s}{\partial net_{si}} = -\frac{\partial H_s}{\partial o_{si}} \frac{\partial o_{si}}{\partial net_{si}} = -\frac{\partial H_s}{\partial o_{si}} f'(net_{si})$$

Za izlazne jedinice je:

$$\delta_{si} = -\frac{\partial H_s}{\partial u_s^i} f'(net_{si})$$

a za skrivene jedinice:

$$\delta_{si} = f'(net_{si}) \sum_k \delta_{sk} w_{ki}$$

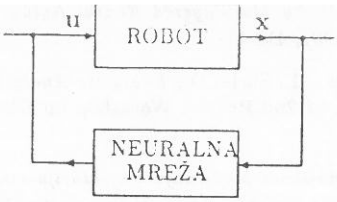
Prema tome, $n$ta promena težina se može opisati kao

$$\Delta w_{ij}(n) = \eta \sum_{s=0}^{q} \delta_{si} o_{sj} + \alpha \Delta w_{ij}(n-1), \tag{11}$$

gde je $\alpha > 0$ - impuls koji ubrzava učenje.

5. Algoritam

Pod pretpostavkom da se vektor stanja $\mathbf{x}$ meri na izlazu, tada se upravljanje $\mathbf{u}$ dobija iz relacije (10). Na slici 2 prikazan je blok-dijagram upravljanja manipulacionim robotom.



Sl. 2 *Blok-dijagram upravljanja primenom neuralne mreže*

Algoritamska struktura za odredjivanje optimalnog upravljanja je sledećeg oblika:

ulaz : $\mathbf{W}$, $\mathbf{x}_0$, β, ϵ, δ, k, H' ($\|H'\|$ - velika vrednost)
kraj:=false;
repeat
  $\mathbf{u}_0 = \Phi(\mathbf{W}, \mathbf{x}_0, \mathbf{b})$
  for i:=1 to q do
    begin
      $\mathbf{x}_i = \mathbf{x}_{i-1} + h(\hat{A}(\mathbf{x}_{i-1}) + \hat{B}(\mathbf{x}_{i-1})N(\mathbf{u}_{i-1}))$;
      $\mathbf{u}_i = \Phi(\mathbf{W}, \mathbf{x}_i, \mathbf{b})$
    end;
  $\mathbf{p}_q = (\mathbf{x}_q - \beta)/\epsilon$;
  for i:=q-1 downto 0 do
    $\mathbf{p}_i = \mathbf{p}_{i+1} + h(\partial L(\mathbf{x}_i, \mathbf{u}_i)/\partial \mathbf{x}_i + (\partial \hat{A}(\mathbf{x}_i)/\partial \mathbf{x}_i + N(\mathbf{u}_i)\partial \hat{B}(\mathbf{x}_i)/\partial \mathbf{x}_i)\mathbf{p}_i)$;
  for i:=0 to q do
    $H_i = H(\mathbf{x}_i, \mathbf{u}_i, \mathbf{p}_i)$;
  if ($\|H\| - \|H'\| < \epsilon$) then
    if ($\|\mathbf{x}_q - \beta\| < \delta$) then
      kraj:=true
    else
      $\epsilon := \epsilon/2$;
  else
    promena težina prema (11);
  $H' = H$
until kraj;

6. Zaključak

U osnovi predložene algoritamske strukture za sintezu nominalnog upravljanja manipulacionim robotima je kompletan matematički model ovih mehanizama. Koristeći program MANSYM za automatsko formiranje dinamičkog modela manipulacionih robota predložen algoritam je neposredno pripremljen za implementaciju.

Literatura

[1] Bassi, D. F., *Connectionist Dynamic Control of Robotic Manipulators*, PhD thesis, Faculty of the Graduate School, University of Southern California, 1990.

[2] Biswas, S. K., *A Conjugate Hopfield Neural Network for Optimum Systems Control*, Proc. of the 29th Conf. on Desicion and Control, Honolulu, 1990. 1757-1762.

of System Uncertainties Using Multilayered Neural Networks, IEEE Trans. Neural Networks, Vol. 2, No. 4, 1991, 410-417.

[4] Konjović, Z., Vukobratović, M., Surla, D., *Energetic Analysis of Manipulation robots Nominal Dynamics*, Proc. of 2nd Project Workshop on CIM and Robotics Applications, Beograd, 1991.

[5] Konjović, Z. *Prilog automatskom planiranju trajektorija manipulacionh robota*, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 1992.

[6] Narendra, K. S., Parthasarathy, K., *Identification and Control of Dynamical Systems Using Neural Networks*, IEEE Trans. Neural Networks, vol. 1, 1990, 4-27.

[7] Rumelhart, D. E., McClelland, J. L. and PDP Research group, *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Congnition*, vol. I, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986.

[8] Surla, D., Divljak, N. *Back-Propagation Method for Solving Optimal Control Problem*, Bull. Appl. Math. (in print)

[9] Vukobratović, M., Stokić, D., *Scientifical Fundamentals of Robotics 2, Control of Manipulation Robots*, Monograph, Springer-Verlag, Berlin, 1982.

[10] Vukobratović, M., Konjović, Z., Surla, D., *Computer-aided Synthesis of Optimal Robot Trajectories by Using the Hamiltonian and Complete Dynamic Model*, MATHEMATICAL and INTELLIGENT models in system simulation, R. Hanus, P. Kool, S. Tzafestas (editros), J.C. Baltzer AG, Scientific Publishing Co., IMACS, 1991, 591-596.

Dušan Surla, Nataša Divljak

SINTEZA NOMINALNOG UPRAVLJANJA MANIPULACIONIM ROBOTIMA PRIMENOM METODE PROPAGACIJE UNAZAD

Rezime

U radu je data algoritamska struktura za odredjivanje optimalnog upravljanja koje manipulacione robote prevodi iz datog početnog u dato terminalno stanje. U osnovi algoritma je klasična teorija optimalnog upravljanja sa kompletnim dinamičkim modelom manipulacionih robota. Za sintezu optimalnog upravljanja korišćena je neuralna mreža. Ulaz u neuralnu mrežu je vektor stanja, a izlaz vektor upravljanja. Korekcija težina veza neuralne mreže vrši se na osnovu minimizacije Hamiltonijana primenom metode propagacije unazad. Dovodjenje sistema u dato terminalno stanje postiže se metodom kaznenih funkcija.

ON THE SYNTHESIS OF NOMINAL CONTROL OF MANIPULATION ROBOTS USING BACK-PROPAGATION METHOD

Abstract

An algorithmic structure for determining the optimal control that transforms manipulation robots from the given initial state to the given terminal state is presented. The algorithm is based on a classical theory of optimal control and complete dynamic model of manipulation robots. Neural network methods are used for the synthesis of optimal control. Input units correspond to the state vector and the output units to the control vector. Modification of weights is based on the minimization of the Hamiltonian using back-propagation method. The system is transfered into the terminal state by using the penalty function method.

SINTEZA OPTIMALNIH I PRIBLIZNO OPTIMALNIH NOMINALNIH TRAJEKTORIJA MANIPULACIONIH ROBOTA

Konjović Zora, Institut za računarstvo, automatiku i merenja FTN Novi Sad
Vukobratović Miomir, Institut "Mihajlo Pupin" Beograd
Surla Dušan, Institut za matematiku, PMF Novi Sad

1. UVOD

Zadatak sinteze upravljanja robotskim mehanizmima predstavlja jedan od osnovnih problema u domenu robotike. Pri rešavanju ovoga zadatka u literaturi je moguće identifikovati različite pristupe. Jedan od pristupa, koji se primenjuje posebno u sintezi upravljanja za manipulacione robotske mehanizme, jeste dvoetapni pristup sintezi upravljanja robotima [1.]. Dvoetapni pristup sitezi upravljanja sastoji se u razdvajanju procesa sinteze na dve etape: a) etapu sinteze nominalnih trajektorija i b) etapu sinteze trajektorija za nivo poremećenih režima. Pri sintezi trajektorija za svaku od pomenutih etapa, moguće je uočiti različite pristupe, sa stanovišta usvojenog modela robota kao i načina sinteze trajektorija u smislu optimizacije zadatog kriterijuma ili sinteze trajektorija na bazi propisanog zakona promene unutrašnjih koordinata. Ovaj rad prikazuje rezultate primene algoritama za sintezu optimalnih i približno optimalnih nominalnih trajektorija manipulacionih robota uz primenu kompletnog dinamičkog modela robota. Rezultati dobijeni primenom navedenih algoritama uporedjeni su medjusobni i sa rezultatima, koji su dobijeni primenom suboptimalnog postupka baziranog na propisanom kretanju vrha manipulatora i propisanom profilu brzine vrha manipulatora. Prikazani rezultati analizirani su sa stanovišta energetskih utrošaka sistema.

2. ALGORITMI ZA SINTEZU OPTIMALNOG I PRIBLIŽNO OPTIMALNOG UPRAVLJANJAGP

Kao što je već pomenuto u uvodnom delu, simulacioni rezultati prikazani u ovome radu, dobijeni su primenom postupaka za sintezu nominalnih trajektorija manipulacionihrobota na bazi minimizacije zadatog kriterijuma [3-5] i suboptimalnog postupka na bazi propisanog kretanja i profila brzine vrha manipulatora [1]. Svi primenjeni postupci zasnovani su na

dinamičke efekte, dat je u sledećim jednačinama:

$$\dot{x} = \hat{A}(x) + \hat{B}(x)\,N(u) \tag{1}$$

gde je x vektor stanja, (N(u) je nelinearnost tipa amplitudnog zasićenja a $\hat{A}(x)$ i $\hat{B}(x)$ su matrice date relacijama:

$$\hat{A} : R^N \to R^N, \hat{A}(x) = Ax + F \cdot (I_n - HTF)^{-1} \cdot [\,HTAx + h\,] \tag{2}$$

$$\hat{B} : R^N \to R^{Nxn}, \hat{B}(x) = B + F \cdot (I_n - HTF)^{-1} \cdot HTB \tag{3}$$

Algoritmi bazirani na optimizaciji zadatog kriterijuma se međusobno razlikuju po postupku primenjenom za rešavanje zadatka dinamičkog programiranja na koji se, u krajnjem slučaju, svodi zadatak sinteze nominalnih trajektorija. Usvojeni optimizacioni kriterijum je oblika:

$$J(u) = K\,[\,x\,(t)\,] + \int_0^T L\,[x\,(t),\ u\,(t)\,]\,dt \tag{4}$$

U prvom algoritmu [3, 5] zadatak sinteze optimalnog nominalnog upravljanja za manipulator svodi se na klasičan problem optimalnog upravljanja, gde je funkcija Hamiltonijana oblika:

$$H\,(x, u, p) = L\,[x, u] + \langle p, \hat{A}\,(x) + \hat{B}\,(x)\,N\,(u) \rangle \tag{5}$$

a kanonički sistem je:

$$\dot{x} = \hat{A}\,(x) + \hat{B}\,(x)\,N\,(u) \tag{6}$$

$$\dot{p} = \{\alpha L/\alpha x + [\,A + FZ^{-1} \cdot (\alpha H/\alpha x) \cdot TFZ \cdot (HTAx + h) + (\alpha h/\alpha x) \cdot TAx + \alpha h/\alpha x + uFZ^{-1} \cdot$$

$$\cdot\,(\alpha H/\alpha x) \cdot TFZ^{-1} \cdot HTB + (\alpha h/\alpha x) \cdot TB\,] \cdot p\,\} \tag{7}$$

$$Z = (I_n - HTF)$$

Granični ulosvi su:

$$x\,(0) = x_0,\ \ p\,(T) = \alpha\,K\,[x\,(T)\,]\,/\,\alpha\,x\,(T) \tag{8}$$

čkog programiranja sa ograničenjima i rešava se primenom metode kaznenih funkcija.

Algoritam za sintezu približno optimalnih trajektorija rešava isti zadatak kao i prethodno opisani algoritam primenom postupka baziranog na metodi ψ-transformacije. U ovom slučaju, kako je za sintezu upravljanja potrebno poznavati vrednosti prve dve komponente vektora stanja, formirani algoritam za aproksimaciju trajektorija koristi interpolacioni kubni splajn. Globalno, algoritam se sastoji od sledećih koraka [2, 4, 5]:

1. Vrši se generisanje pozicij mehanizma u skladu sa zadatim ograničenjima prema zakonu uniformne raspodele.

2. Određuju se koeficijenti kubnog splajna, kojim se aproksimira trajektorija, čime se dobijaju prve dve komponente vektora stanja.

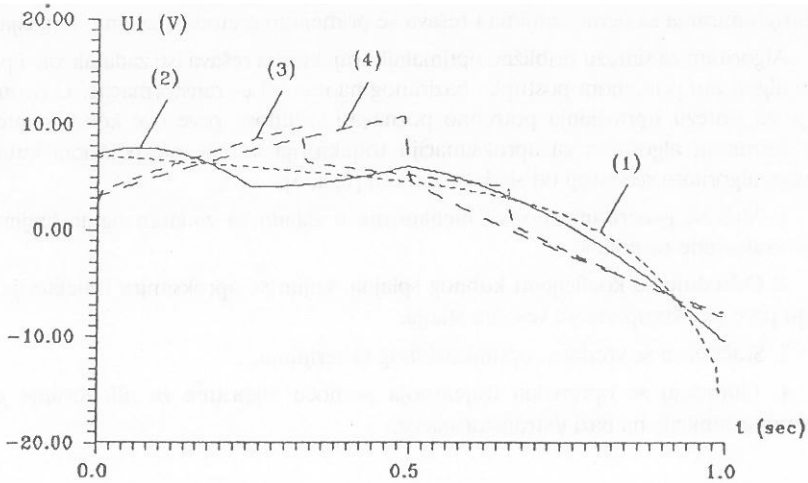
3. Sračunava se vrednost optimizacionog kriterijuma.

4. Određuju se optimalna trajektorija pomoću algoritma za određivanje globalnog ekstremuma funkcije na bazi ψ-transformacije.

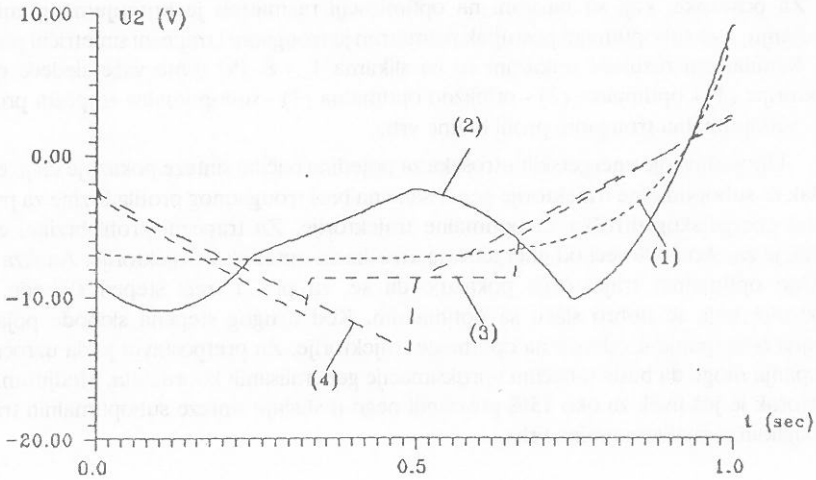
3. SIMULACIONI REZULTATI

Za robotsku konfiguraciju, koja se sastoji od 3 rotaciona stepena slobode, sintetizovane su nominalne trajektorije za zadatak zadat inicijalnim položajem robota (0.0, 0.725, 2.476) i terminalnim položajem robota (0.65, 0.0, 0.3), dok su inicijalne i terminalne brzine bile jednake nuli. Za postupke, koji su bazirani na optimizaciji razmatran je kriterijum optimizacije po upravljanju, a za suboptimalni postupak razmatran je trougaoni i trapezni simetrični profil brzine vrha. Simulacioni rezultati prikazani su na slikama 1. - 8. Pri tome važe sledeće oznake za trajektorije: (1) - optimalna, (2) - približno optimalna (3) - suboptimalna trapezni profil brzine i (4) - suboptimalna trougaoni profil brzine vrha.

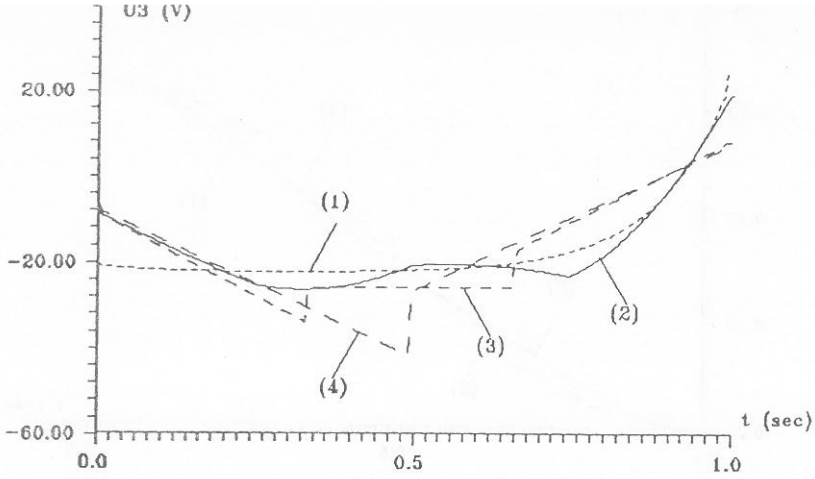
Uporedjivanje energetskih utrošaka za pojedine načine sinteze pokazuje da je energetski utrošak za suboptimalne trajektorije generisane na bazi trougaonog profila brzine za preko 30% veći od energetskog utroška za optimalne trajektorije. Za trapezni profil brzine, energetski utrošak je za oko 18% veći od energetskog utroška za optimalne trajektorije. Analiza rezultata približno optimalnih trajektorija pokazuje da se, za prvi i treći stepen slobode, dobijaju trajektorije koje se dobro slažu sa optimalnim. Kod drugog stepena slobode pojavljuju se značajna odstupanja u odnosu na optimalne trajektorije. Za pretpostaviti je da uzroci ovakvog odstupanja mogu da budu u načinu aproksimacije generalisanih koordinata. Medjutim, energetski utrošak je još uvek za oko 15% povoljniji nego u slučaju sinteze suboptimalnih trajektorija sa trougaonim profilom brzine vrha.



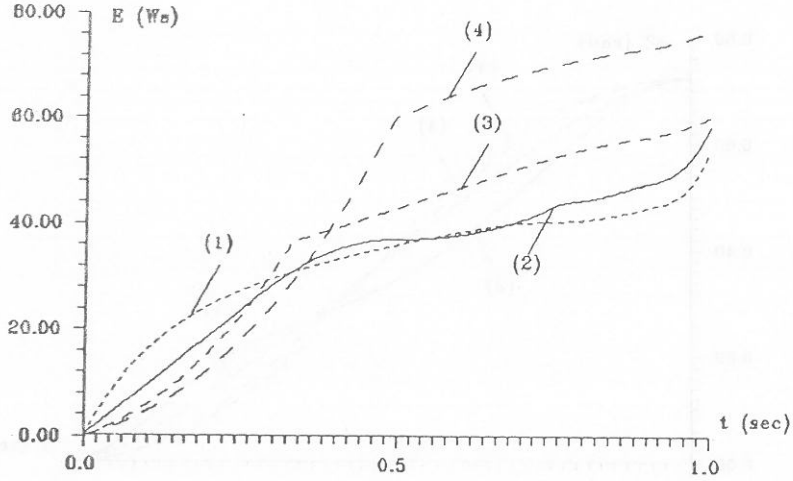
Slika 5. Ulazi u aktuator 1.



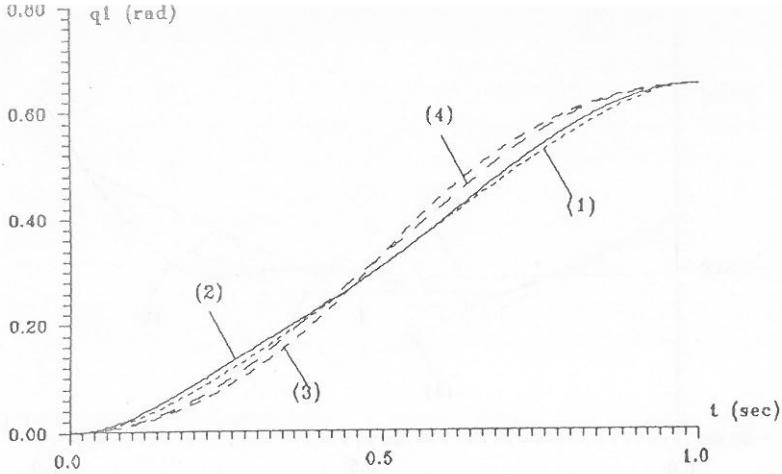
Slika 6. Ulazi u aktuator 2.



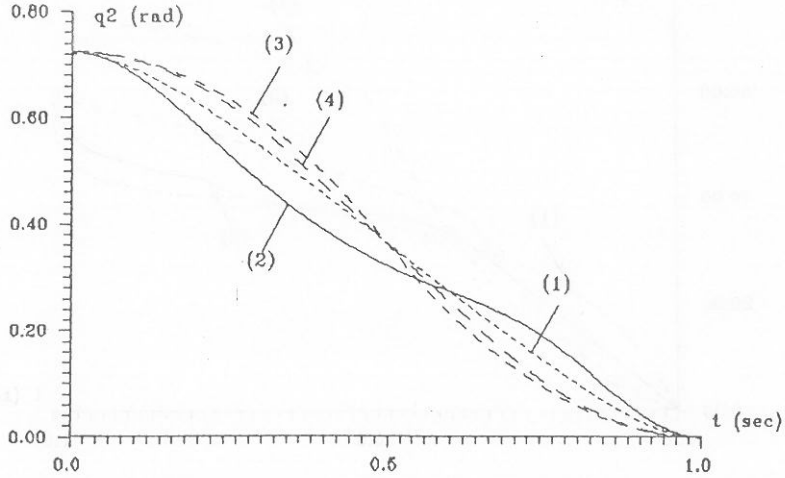
Slika 7. Ulazi u aktuator 3.



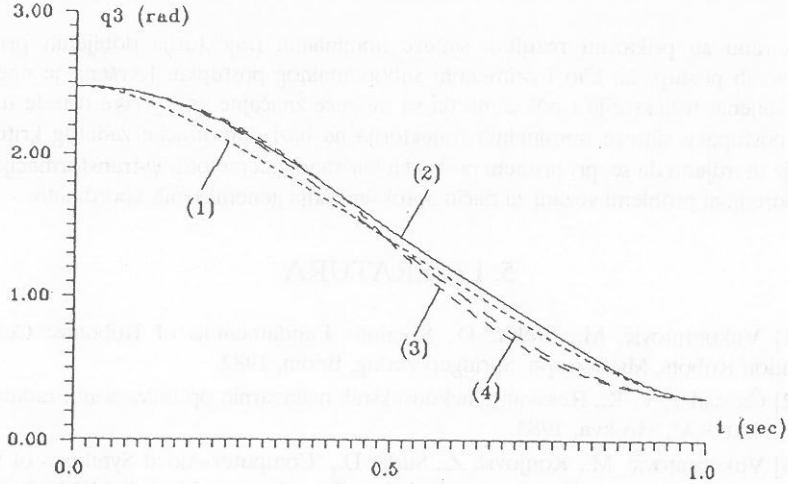
Slika 8. Energetski utrošci



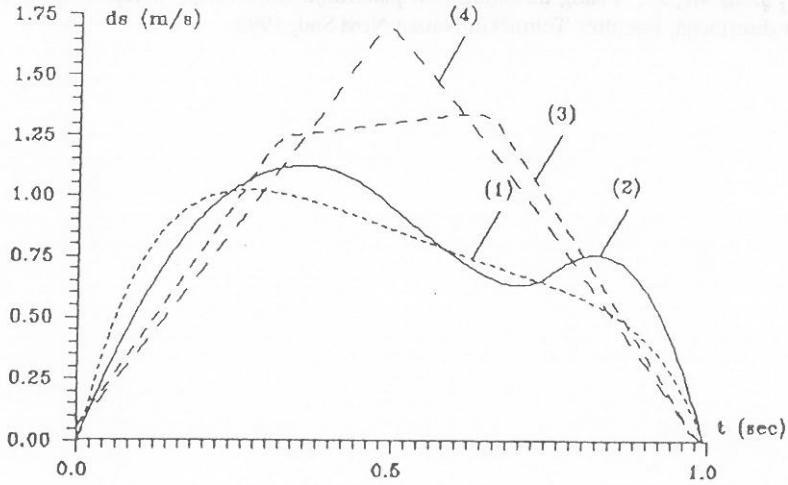
Slika 1. Pozicije mehanizma za stepen slobode 1.



Slika 2. Pozicije mehanizma za stepen slobode 2.



Slika 3. Pozicije mehanizma za stepen slobode 3.



Slika 4. Brzine vrha mehanizm

U radu su prikazani rezultati sinteze nominalnih trajektorija dobijenih primenom optimizacionih postupaka, kao i primenom suboptimalnog postupka. Izvršena je energetska analiza dobijenih trajektorija i pokazano da su moguće značajne energetske uštede u slučaju primene postupaka sinteze nominalnih trajektorija na bazi optimizacije zadatog kriterijuma. Takodje je utvrdjeno da se, pri primeni postupka baziranog na metodu ψ-transformacije, mogu pojaviti odredjeni problemi vezani za način aproksimiranja generalisanih koordinata.

5. LITERATURA

[1] Vukobratović, M., Stokić, D., Scientific Fundamentals of Robotcis: Control of Manipulation Robots, Monograph, Springer-Verlag, Berlin, 1982.

[2] Čičinadze, V. K., Rešavanje nekonveksnih nelinearnih optimizacionih zadataka, (na ruskom), "NAUKA", Moskva, 1983.

[3] Vukobratović, M., Konjović, Z., Surla, D., "Computer-Aided Synthesis of Optimal Robot Trajectories by Using Hamiltonian and Complete Dynamic Model", MIMS'90 IMACS-IFAC International Symposium on Mthematical and Intelligent Models in System Simulation, Brussels, 1990.

[4] Konjović, Z., Surla, D., Vukobratović, M.,"Synthesis of Optimal Robot Trajectories by J-Transformation", MIMS'90 IMACS-IFAC International Symposium on Mthematical and Intelligent Models in System Simulation, Brussels, 1990.

[5] Konjović, Z., "Prilog automatskom planiranju trajektorija manipulacionih robota", doktorska disertacija, Fakultet Tehničkih Nauka Novi Sad, 1992.

KONSTRUKCIJA INTERPRETERA ZA HIPOTETIČKI ROBOTSKI JEZIK*

Ervin Varga, FTN, Institut za računarstvo, automatiku i merenje
Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad
Miloš Racković , PMF, Institut za matematiku
Trg Dositeja Obradovića 4, 21000 Novi Sad

1. Uvod

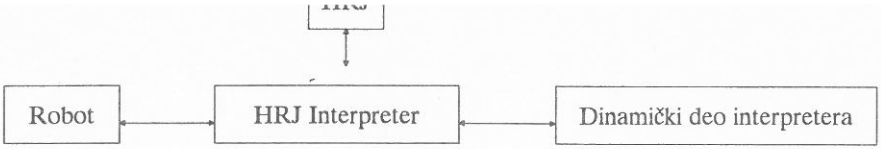
U radovima [1-5] prikazani su rezultati konstrukcije translatora između robotski orjentisanih programskih jezika. Za polazni jezik translatora uzet je robotski programski jezik PASRO. U radovima [1-3] za ciljni jezik je usvojen robotski jezik robota ROBED-01, koji je proizveden u Institutu "Mihajlo Pupin" u Beogradu. Za konstrukciju translatora korišćen je kompajler-kompajler Coco-2.Translator na ulazu ima program napisan u PASRO-u a na izlazu odgovarajući program u robotskom jeziku robota ROBED-01.

U radovima [4,5] kao ciljni jezik konstruisan je jedan hipotetički robotski jezik(HRJ). U ovom slučaju program napisan u PASRO-u prevodi se u HRJ. Da bi se prevedeni program mogao izvršavati potrebno je napisati interpreter HRJ-a.U ovom radu je opisana konstrukcija interpretera HRJ-a.

2. Struktura interpretera za HRJ

Interpreter za HRJ je program koji simulira rad hipotetičkog računara koji je opisanu sledećem delu ovog rada. Opšta algoritamska struktura izvršavanja programa u HRJ-u je prikazana na slici 1.

* *Rad je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnologiju Republike Srbije*



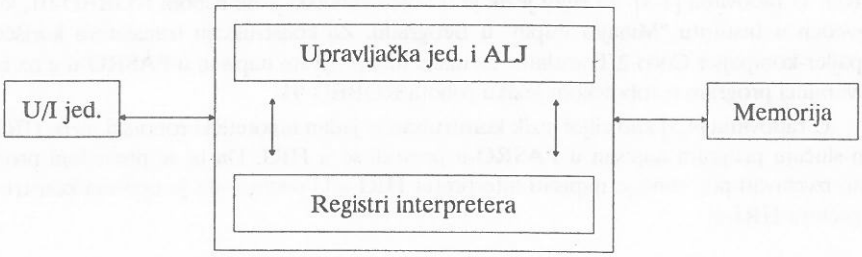
Slika 1.

Interpreter se sastoji iz dva dela: statičkog i dinamičkog. Statički deo interpretera je zadužen za izvršavanje onih instrukcija HRJ - a koji su nezavisni od robota sa kojim interpreter komunicira i dinamičkog dela pomoću kojeg se izvršavaju robotski zavisne instrukcije. Statički deo interpretera je isti za sve robote dok je dinamički deo različit za različite robote. Prema tome da bi se neki program u HRJ-u mogao izvršavati prvo se treba izvršiti konfigurisanje interpretera za konkretni robot a to se sastoji iz definisanja dinamičkog dela interpretera za dati robot. Ovaj dinamički deo, koji se nalazi na disku, se zatim pre svakog startovanja interpretera učitava sa diska i zajedno sa statičkim delom čini kompletan interpreter HRJ-a.

Suština ovakve strukturalne koncepcije interpretera jeste da se različiti roboti za iste zadatke programiraju isto, tj. da se modifikacije usled specifičnosti konkretnog robota ne vrše na nivou robotskih programa već da se to ostvari automatski na nivou interpretera.

3. Struktura hipotetičkog računara

Opšta struktura hipotetičkog računara je prikazana na slici 2.



Slika 2.

MEMORIJA

Memorija se sastoji iz tri dela: instrukcijske memorije, statičke memorije podataka i dinamičke memorije podataka.

Instrukcijska memorija sadrži instrukcije programa u HRJ-u. Ova memorija se inicijalizuje neposredno posle startovanja interpretera.

i u početku izvršavanja programa je "prazna". Ova memorija se organizuje i koristi po principu steka. Logički je podeljena na segmente podataka, koji se sastoje od određenog broja uzastopnih memorijskih lokacija. Nakon startovanja glavnog dela programa i/ili pri pozivu nekog potprograma formira se jedan segment podataka, koji ostaje u memoriji sve dok se program i/ili procedura ne završi.

Na vrhu memorije se nalazi segment tekućeg bloka (glavni deo programa ili potprogram). Segmenti koji se nalaze ispod tekućeg odgovaraju trenutno aktivnim blokovima. Redosled segmenata odgovara redosledu poziva odgovarajućih blokova, pri čemu se segment pozvanog bloka nalazi neposredno iznad segmenta bloka iz kojeg je pozvana. Najniži segment naravno odgovara glavnom delu programa od kojeg započinje izvršavanje programa. U slučaju rekurzivnih poziva svakom pozivu jednog potprograma odgovara po jedan zaseban segment podataka. Svakav način upravljanja memorijom se naziva dinamička alokacija. Svaki segment podataka se sastoji iz sledećih grupa podataka: stvarni parametri, vrednost funkcijskog potprograma, upravljački podaci, lokalne promenljive i lokalni računarski stek.

Stvarni parametri se pojavljuju unutar segmenta ako pozvani potprogram ima parametre koji mu se prosleđuju prilikom poziva. Upravljački podaci su: statička veza, dinamička veza i povratna adresa.

Statička veza segmenta X sadrži adresu početka onog segmenta bloka Y u kojoj je blok segmenta X neposredno definisan. Smisao ove statičke veze jeste da se preko nje može pristupati svim globalnim simbolima tekućeg bloka, tj. simbolima definisanim neposredno u tekućem bloku odnosno u blokovima koji su na hijerarhijski višem nivou od tekućeg bloka.

Dinamička veza segmenta sadrži adresu segmenta bloka koji se izvršavao neposredno pre tekućeg bloka. Ova veza se koristi prilikom restauracije B registra.

Povratna adresa sadrži adresu unutar instrukcijske memorije sa koje treba da se nastavi izvršavanje programa posle završetka izvršavanja tekućeg bloka. Lokalni računarski stek se koristi za smeštanje privremenih podataka, koji se javljaju kao operandi ili međurezultati prilikom izračunavanja izraza.

Dinamička memorija podataka služi za smeštanje podataka pri radu sa dinamičkim strukturama podataka.

REGISTRI

Koriste se sledeći registri:

- PC programski brojač,
- B bazni registar, koji pokazuje adresu početka tekućeg segmenta,
- T pokazuje na vrh tekućeg segmenta i
- H pokazuje na sledeću slobodnu memorijsku lokaciju dinamičke memorije.

U/I JEDINICE

Ulazno/Izlaznejediniceračunaračine:monitor, štampač, tastatura, disk i komunikacijski portovi preko kojih se ostvaruje veza sa robotom.

4. Statički deo interpretera

Osnovnastrukturastatičkogdelainterpreterasemože opisati na sledeći način:

```
BEGIN
(* Učitavanje dinamičkog dela interpretera *)
(* Inicijalizacija memorija, registara, itd. *)
REPEAT
(* dohvatanje instrukcije *)
CI:=IM[PC] ; (* CI tekuća instrukcija *)
PC:=PC+1;
(* izvršenje *)
WITH CI DO
 CASE F OF
(* izvršenje odgovarajuće instrukcije *)
 END
 UNTIL FALSE
END.
```

Instrukcije su opisane sledećom strukturom podataka:

```
TYPE
 INSTR=RECORD
F:BYTE; (* kod instrukcije *)
X,Y:INTEGER;(* operandi instrukcije *)
 END;
```

Statičke instrukcije, odnosno instrukcije nezavisne od konkretnog robota, se mogu podeliti u dve grupe: instrukcije koje menjaju tok izvršavanja programa i instrukcije koje ne menjaju tok izvršavanja programa. U prvu grupu instrukcija spadaju: aritmetičke i logičke instrukcije, instrukcije za rad sa adresama promenljivih, instrukcije za prebacivanje dela memorije, instrukcije za dodelu i oslobađanje memorije, itd. U drugu grupu spadaju: instrukcije za uslovne skokove, instrukcije poziva potprograma, instrukcija povratka iz potprograma, itd.

Na primer, instrukcija poziva potprograma se realizuje na sledeći način:

```
PROCEDURE PozivPotprograma;
BEGIN
 WITH CI DO BEGIN
 SM[T+1]:=0; (* postavljanje vrednosti funckije inicijalno na nulu *)
 SM[T+2]:=0;
 SM[T+3]:=0;
 SM[T+4]:=Baza(X);(* statička veza *)
 SM[T+5]:=B;(* dinamička veza *)
```

```
B:=I+1;
MemAlokacija(6); (* postavljanje vrha steka *)
PC:=Y
END
END;
```

Funkcija *Baza* koja se koristi u potprogramu *PozivPotprograma* određuje početak segmenta udaljenogod tekućeg segmenta za određen broj koraka po statičkoj vezi.

```
FUNCTION Baza(n:INTEGER):WORD;
VAR
I:WORD;
BEGIN
I:=B;
WHILE n0 DO BEGIN
I:=SM[I+3];
n:=n-1
END;
Baza:=I
END;
```

5. Dinamički deo interpretera

Dinamički deo interpretera je u suštini jedna biblioteka potprograma. Ovi potprogrami su zaduženi za izvršavanje pojedinih robotskih instrukcija. Potprogrami iz ove biblioteke se pozivaju iz statičkog dela interpretera. Rečeno je da je dinamički deo interpretera različit za različite robote. Ono što je zapravo različito jeste implementacija pojedinih potprograma iz ove biblioteke, dok su zaglavlja odgovarajućih potprograma uvek ista. Upravo to omogućuje da statički deo interpretera bude invarijantan u odnosu na konkretnog robota.

6. Komunikacija interpretera sa robotom

U većini slučajeva komunikacija interpretera sa robotom je dvosmerna. Ova dvosmerna komunikacija ima za cilj da se interpreteru mogu prosleđivati informacije od strane robota, kao što su informacije sa raznih senzora, informacija o završetku pokreta, itd. Ovo uvodi potrebu za sinhronizacijom rada interpretera sa robotom. Na primer interpreter ne sme slati instrukciju pomeranja robota u novu poziciju sve dok robot nije završio prethodni pokret. Na koji način i u kom obliku će biti ostvarena ova komunikacija to zavisi od konkretno grobota. Kod robota "PUMA" razvijenog u Odseku za Robotiku, Instituta "Mihajlo Pupin" u Beogradu komunikacija

se ostvaruje preko serijskih portova COM1 i COM2 PC-računara. Preko COM1 se prosleđuju instrukcije robotu od strane interpretera a robot preko COM2 šalje povratne informacije interpreteru.

Ovde treba isto tako napomenuti da će dinamički deo interpretera za različite robote biti različit i po složenosti. Jer, kod nekih robota interpreter mora da vodi računa o izračunavanju tačaka putanje po kojoj će se robot kretati, dok kod nekih drugih robota, kao što to je to slučaj sa pomenutim robotom "PUMA", ne mora, već je dovoljno da interpreter pošalje samo instrukciju za pomeranje sa koordinatama ciljne tačke, a sva ostala izračunavanja da izvrši kontroler robota.

7. Zaključak

U ovom radu je opisana metodologija konstrukcije interpretera za HRJ. Opisana struktura interpretera pruža mogućnost izvršavanja ulaznog programa na bilo kom robotu, pošto odgovarajuće modifikacije za konkretni robot vrši interpreter. Prilagodljivost interpretera se postiže promenom samo onog dela koji je zadužen za izvršavanje robotskih instrukcija.

8. Literatura

[1] M. Racković, D. Surla, Konstrukcija translatora za robotske jezike pomoću kompajler kompajlera Coco-2, I deo, prihvaćeno za XXXVI Jugoslovensku konferenciju ETAN-a, Kopaonik, 1992.

[2] D. Surla, M. Racković, Konstrukcija translatora za robotske jezike pomoću kompajler kompajlera Coco-2, II deo, prihvaćeno za XXXVI Jugoslovensku konferenciju ETAN-a, Kopaonik, 1992.

[3] M. Racković, D. Surla, Implementation of a translator for robotic languages with the aid of the compiler-compiler Coco-2, Bull. Appl. Math. (in print)

[4] E. Varga, M. Racković, Konstrukcija translatora za robotsko orjentisani programski jezik PASRO, prihvaćeno za XXXVI Jugoslovensku konferenciju ETAN-a, Kopaonik, 1992.

[5] E. Varga, Implementation of the translator for robot-oriented programming languages, Bull. Appl. Math. (in print)

[6] A. Kulenović, Osnovi projektovanja kompajlera, Svjetlost, 1991. Ervin Varga, Miloš Racković

ROBOTSKI JEZIK

Rezime

Ovaj rad pripada oblasti programiranja robota. U dosadašnjim radovima je opisana konstrukcija translatora sa robotskog programskog jezika PASRO na hipotetički robotski jezik (HRJ). U ovom radu je opisana metodologija konstrukcije interpretera HRJ-a. Ovaj interpreter se sastoji iz statičkog i dinamičkog dela. Statički deo interpretera obrađuje instrukcije HRJ-a nezavisne od konkretnog robota. Dinamički deo interpretera izvršava robotske instrukcije. Da bi interpreter bio primenljiv za sve tipove robota potrebno je definisati zasebno za svaki robot samo dinamički deo interpretera, pošto je statički deo invarijantan u odnosu na konkretnog robota.

CONSTRUCTION OF THE INTERPRETER FOR HYPOTHETICAL ROBOTIC LANGUAGE

Abstract

This paper belongs to the field of the robot programming. In the recent works the construction of the translator from the robotic programming language PASRO to the hypothetical robotic language (HRL) is described. In this paper the methodology of constructing the interpreter for HRL is presented. This interpreter is composed from static and dynamic part. The static part of the interpreter interprets those instructions of HRL, which are irrespective of the type of the robot. The dynamic part of the interpreter executes the instructions dependent on the concrete robot. If we want compatibility of the interpreter with all kinds of robots, it is necessary to define only the dynamicpart of the interpreter for each robot, since the static part of the interpreter is irrespective of the type of the robot.

MOGUĆA REŠENJA HARDVERA ROBOT KONTROLERA I KOMPAJLERA JEZIKA ZA PROGRAMIRANJE ROBOTA S OBZIROM NA PROBLEM REŠAVANJA INVERZNE KINEMATIKE I INTERPOLACIJE PUTANJE KRETANJA ROBOTA

Mr. Vladimir Kvrgić, dipl. ing., Marija Pavlović, dipl.ing.
Lola Institut, Kneza Višeslava 70a, Beograd

Abstract - Osnovni problem robot kontrolera jeste nalaženje rešenja inverzne kinematike i interpolacije vrha alata kako bi se ostvarila kontinualna kretanja robota. U ovom radu su izložene tri koncepcije hardvera robot kontrolera sobzirom na rešenje ovog problema. Po prvoj koncepciji vrši se sekvencijalno rešavanje inverzne kinematike i interpolacije u realnom vremenu uz korišćenje snažnog procesora. Po drugoj koncepciji hardver robot kontrolera ima više procesora slabijih performansi (koliko i osa robota). Inverzna kinematika ovde može da se rešava na dva načina. Pri paralelnom izračunavanju pojedinih uglova članova robota koriste se informacije o ostalim uglovima članova robota iz prethodnog trenutka. Greška izazvana time može da se smanji ekstrapolacijom putanje robota uz korišćenje informacija o brzini vrha alata robota. Pri sekvencijalnom rešavanju inverzne kinematike na multiprocesorskom sistemu koriste se pipelined arhitekture. Ova dva hardverska rešenja pružaju mogućnost promene zadate putanje robota tokom njegovog kretanja. Treće rešenje je primenljivo za predvidive putanje robota. Kinematske veličine potrebne za određenu putanju kretanja robota računaju se van realnog vremena. Ovakvo rešenje robot kontrolera zahteva njegovu veću korisničku memoriju nego prethodna dva rešenja. Kompajler jezika ovakvog robot kontrolera je različit od kompajlera robot kontrolera koji vrši interpolaciju u realnom vremenu.

Abstract - The essential problem of robot controllers is the computation of the inverse kinematics solution and interpolation of the end effector trajectory to achieve the continuos path robot motion. In this paper three concepts of robot controller hardware, relating this problem, are presented. The first concept performs sequential real-time computation of inverse kinematics and interpolation, demanding a high-performance processor. According to the second concept the robot controller hardware consists of several lower-performance processors (their number equals the number of joints). By parallel computation of the separate joint coordinates, the algorithm uses the results from the previous sampling interval. Extrapolation of the robot path can reduce the error, resulting from the approximation, by using the information about the end effector velocity. Sequential solution of the inverse kinematics demands pipelined architecture. The two stated solutions provide for the path correction during the robot motion. Third solution is applicable only for the predicted trajectories. Kinematics values necessary for specific trajectory are computed off-line. For this solution user memory has to be significantly larger, compared with the real-time solutions. Robot control language compiler differs from the compiler of the robot controller performing interpolation and inverse kinematics in real-time.

1. UVOD

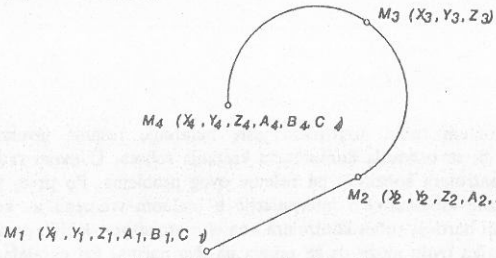
Ovaj rad je proizašao kao rezultat istraživanja vršenih u Lola Institutu na razvoju robot kontrolera. Cilj ovog istraživanja je projektovanje hardvera robot kontrolera koji podržava aplikacije u kojima je potrebno korigovati kontinualne putanje robota tokom samog kretanja. U radu je opisan problem rešavanja interpolacije putanje i inverzne kinematike robota u realnom vremenu. Analizirana su moguća rešenja hardvera i kompajlera robot kontrolera sobzirom na ovaj problem.

2. KONTINUALNA KRETANJA ROBOTA

Za složene robotske aplikacije kao što su elektrolučno zavarivanje, čišćenje odlivaka, montaža, merenje, metalizacija i još neke, neophodno je realizovati kontinualna kretanja robota. Ova kretanja se po pravilu dobijaju povezivanjem linearnih i cirkularnih kretanja, pri čemu se ostvaruju različite orjentacije alata.

Da bi se ostvarilo ovakvo kretanje sa proizvoljnom orjentacijom alata neophodno je da robot ima 6 stepeni slobode, od kojih su poslednja 3 rotaciona.

Na slici 1 je prikazano kontinualno kretanje robota koje se sastoji iz jednog linearnog kretanja definisanog početnom M1 i krajnjom M2 tačkom i jednog kružnog kretanja definisanog početnom M2, i pomoćnom M3 i krajnjom M4 tačkom.



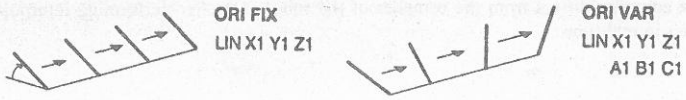
Slika 1. Primer kontinualnog kretanja robota

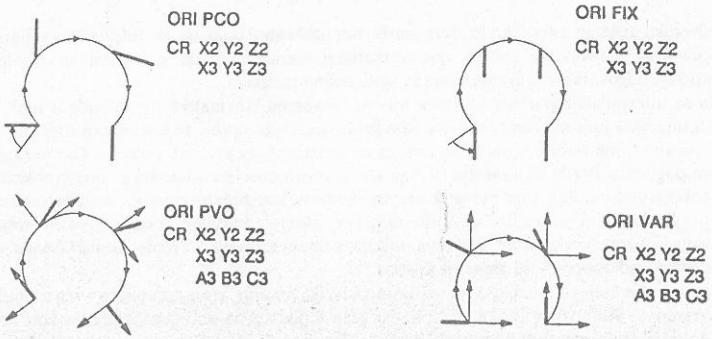
Tačka putanje robota definisana je sa 3 koordinate X, Y, i Z koje određuju poziciju vrha alata robota i tri koordinate A, B i C koji predstavljaju uglove orjentacije vrha alata robota u odnosu na koordinate osnove manipulatora. Ona može biti određena matricom položaja i orjentacije A_{TOOL} koja glasi :

$$A_{TOOL} = [n \quad o \quad a \quad p] = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & x \\ n_y & o_y & a_y & y \\ n_z & o_z & a_z & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad (1)$$

gde vektori n, o i a određuju koordinatni sistem vrha alata u odnosu na koordinate osnove manipulatora.

Na slici 2 prikazana su osnovna kretanja od kojih mogu da se formiraju kontinualna kretanja robota. Prilikom linearnog kretanja orjentacija alata može da bude konstantna (ORI-FIX-fixed orientation), ili da se ravnomerno menja (ORI-VAR-variable orientation) u prostoru od početne do krajnje orjentacije. Prilikom cirkularnog kretanja orjentacija alata može da bude konstantna u odnosu na kružnicu (ORI-PCO-path-constant-orientation), konstanta u prostoru (ORI-FIX), ravnomerno promenljivo u odnosu na kružnicu (ORI-PVO-path-variable-orientation) i ravnomerno promenljiva u prostoru (ORI-VAR). Na ovoj slici date su i komande ovih kretanja koje odgovaraju komandama jezika za upravljanje robotom koji se razvija u Lola Institutu.





Slika 2

Prilikom ostvarivanja ovih kretanja brzina robota može da se menja.

3. STATISTIČKA ANALIZA PROGRAMA ZA INVERZNU KINEMATIKU ROBOTA I INTERPOLACIJU PUTANJE KRETANJA ROBOTA

Pre početka interpolacije kontinualne putanje kretanja robota vrši se izračunavanje sledećih parametara [1]:

- koordinata koje određuju početnu tačku putanje,
- koordinata, centra lukova, matrica orjentacija ravni u kojima se lukovi nalaze, poluprečnika u uglova lukova za sva cirkularna kretanja robota,
- parametara koji definišu promenu brzine alata tokom svih kretanja robota.

Na osnovu ovih parametara prilikom procesa interpolacije putanje vrši se izračunavanje koordinata pozicija i orjentacija vrha alata tačaka koje aproksimuju putanju. Zatim se inverznom kinematikom, na osnovu izračunatih koordinata tačaka putanje kretanja robota, računaju pozicije članova robota i dalje pomeraji motora ovih članova. Da bi kretanje bilo kvalitetno, znači bez trzanja i sa što manje odstupanja od zadate putanje, potrebno je da period zadavanja novih pozicija motora robota ne bude veći od 5 ms. Kod najboljih robot kontrolera ovaj period iznosi 2 ms.

Sada će biti data analiza proračuna inverzne kinematike robota zglobne konfiguracije sa 6 stepeni slobode i analiza proračuna cirkularne interpolacije sa interpolacijom orijentacije alata koja se ravnomerno menja u odnosu na kružnicu od njene početne do krajnje tačke. Izabrana je ova interpolacija zbog toga što zahteva najobimniji proračun. U tabeli 1 je data statistička analiza broja računskih operacija potrebnih za ova izračunavanja Sve ove operacije se rade u dvostrukoj tačnosti, što znači da su operandi 64-tvorobitni . Opis ovog kretanja robota je dat u literaturi [1].

Tabela 1. Statistička analiza inverzne kinematike i interpolacije

Vrsta računske operacije	Broj računskih operacija	
	Interpolacija	Inverzna kinematika
Sabiranje i oduzimanje	36	52
Množenje	52	62
Deljenje	1	5
sin	4	4
cos	4	4
atan	-	5
asin	-	1
kvadratni koren	-	1

4. KONCEPCIJE HARDVERA ROBOT KONTROLERA

Hardversko rešenje robot kontrolera može biti izabrano tako da se interpolacija putanje kretanja robota i inverzna kinematika robota vrše u realnom vremenu, ili da se to vrši van realnog vremena. Kompajleri koji odgovaraju ovim rešenjima se međusobno razlikuju.

Kada se interpolacija putanje kretanja robota i inverzna kinematika robota vrše u realnom vremenu, što znači u intervalu koji nije veći od 5 ms, kompajler jezika za upravljanje robotom daje objektni kod koji odgovara parametrima putanje robota koji mogu da se izračunaju pre interpolacije. Ovi parametri su dati u prethodom poglavlju. Prednost ovakvog rešenja robot kontrolera je u tome što je objektni kod programa za kretanje robota ovde kratak i ne zauzima mnogo memorijskog prostora, pa je moguće zapamtiti veći broj ovakvih programa, koji mogu da definišu dugačke putanje kretanja robota. Ovakvi robot kontroleri omogućavaju i korekcije putanje kretanja tokom samog kretanja. Vreme kompajliranja programa za kretanje robota kod ovakvih kontrolera je kratko.

Drugo rešenje robot kontrolera ne vrši interpolaciju putanje kretanja robota i inverznu kinematiku u realnom vremenu. Kompajler jezika za upravljanje robotom ovde vrši kompajliranje kod koga se dobija objektni kod koji daje uzastopne položaje motora članova robota, koji odgovaraju uzastopnim položajima robota prilikom njegovog kontinualnog kretanja. Za vreme samog kretanja kontroler ne vrši interpolaciju, već na svakih 5 ms zadaje nove pozicije motora članova robota. Ovakvo rešenje robot kontrolera zahteva veliku memoriju potrebnu za čuvanje programa za kretanje robota. Maksimalne dužine ovih kretanja su direktno zavisne od veličine ove memorije. Vreme kompajliranja programa za kretanje robota je ovde veliko. Ne postoji mogućnost korekcije putanje kretanja za vreme samog kretanja. Prednost ovakvog kontrolera je ta što je njegov procesor znatno slabiji pa samim tim i jeftiniji od kontrolera koji u realnom vremenu interpolira putanju i računa inverznu kinematiku.

Rešenje kontrolera koji u realnom vremenu može da izračunava interpolaciju i inverznu kinematiku može biti sa jednim procesorom visokih performansi ili zasnovano na višeprocesorskom sistemu.

4.1 Hardversko rešenje robot kontrolera sa RISC procesorom

U tabeli 1 data je statistička analiza programa za invaznu kinematiku i interpolaciju putanje robota. Za ovako veliki broj operacija aritmetičkih i trigonometrijskih izračunavanja u realnom vremenu, potrebno je da robot kontroler ima procesor koji ova računanja može izvršiti za manje od 5 ms. Ovakav zahtev mogu zadovoljiti specijalizovani procesori, kao što su RISC procesori sa dodatnim resursima za ubrzavanje aritmetičkih i trigonometrijskih izračunavanja. Intel 80960 KB koji poseduje ovakve osobine biće ukratko opisan.

Procesor 80960 KB je zasnovan na jezgru RISC arhitekture. Na čipu se nalazi floating-point unit (FPU) kao akcelerator za rad u pokretnom zarezu. Radna učestanost je 20 MHz, a brzina izvršavanja instrukcije je 7.5 MIPS. Najvažnije karakteristike ovog RISC procesora su sledeće:

-rad sa operandima koji se nalaze u registrima, a ne u memoriji
-instrukcijski keš (cache) od 512 byte
-floating-point unit (FPU) na čipu
-preklapanje instrukcijskog izvršavanja

Budući da pristup memoriji troši najviše procesorskih ciklusa, RISC arhitekture su projektovane tako da minimizuju broj memorijskih pristupa. To je postignuto stavljanjem na čip većeg broja registara, koji služe za čuvanje globalnih i lokalnih promenljivih nekog programa. 80960 KB ima 32 registra koji stoje na raspolaganju svakoj proceduri: 4 globalna dužine 80 bita koja služe za rad u proširenoj tačnosti, 28 registara dužine 32 bita, od kojih su 16 lokalni i 12 globalni registri. Na čipu postoji stek za čuvanje 4 grupe lokalnih promenljivih. Na ovaj način je omogućeno da se pri povratku iz procedure ne vrši pristup memoriji, već se lokalne promenljive samo vrate sa steka.

Preklapanje izvršavanja dve instrukcije predviđeno je u slučaju LOAD i STORE instrukcije, koje s obzirom da rade čitanje i upis u memoriju, troše više procesorskih ciklusa. Dok se čeka na završetak mem. transfera moguće je izvršavati paralelno neku drugu instrukciju.

Ono što 80960 KB čini posebno interesantnim za primenu u robotici je floating-point-unit (FPU) na čipu. Prednost ovakvog rešenja nad koprocesorom je u tome što je eliminisan *bus overhead* koji se sastoji u transferu operanada do koprocesora. Vremena izvršavanja aritmetičkih i trigonometrijskih operacija u dvostrukoj tačnosti data su u tabeli 2.

Tabela 2

	64 bit (dvostruka tačnost)
sabiranje	0.7
oduzimanje	0.7
množenje	1.8
deljenje	3.8
kvadratni koren	5.2
arctan()	17.5
eksponent	16.7
sinus	22.1
cosinus	22.1

Na osnovu ove tabele i vremena izvršavanja instrukcija, može se proceniti vreme porebno da se na ovom procesoru izračuna interpolacija i inverzna kinematika. Iz tabela 1 i 2 sledi da je ovo vreme približno 0.8ms, što pokazuje da ovaj procesor apsolutno zadovoljava i najstrože zahteve robot kontrolera.

Za precizne analize performansi 80960 KB, za inverznu kinematiku i interpolaciju kao benchmark programe, potrebno je napraviti simulaciju ovog procesora na jednom od postojećih HDL-a (hardware description langnage), kao što su ENDOT ili VHDL.

4.2 Hardversko rešenje robot kontrolera sa više procesora

Hardversko rešenje robot kontrolera sa više procesora se može realizovati na dva načina. U prvom se inverzna kinematika rešava paralelno, a u drugom sekvencijalno.

Kod paralelnog rešavanja inverzne kinematike program je potrebno podeliti na više taskova koji se mogu izvršavati paralelno. U opštem obliku rešenje inverzne kinematike glasi:

$$\theta_i(t_k) = g_i(\mathbf{A}_{\mathrm{TOOL}}(t_k),\ \theta_1(t_k),\ \ldots,\ \theta_{i-1}(t_k)), \qquad i = 1,\ldots,n \qquad (2)$$

gde je n broj članova robota. Uglovi θ_i, $i = 1,\ldots,n$ predstavljaju uglove članova robota u radijanima.

Da bismo izračunali ugao θ_i u trenutku t_k potrebno je izračunati uglove θ_1 do θ_{i-1}. Rešavanje inverzne kinematike je, dakle, po prirodi sekvencijalni proces. Paralenlno računanje uglova $\theta_i(t_k)$ moguće je ako uglove $\theta_1(t_k)$ do $\theta_{i-1}(t_k)$ aproksimiramo na osnovu njihovih vrednosti u trenutku t_{k-1}. Za mali interval interpolacije možemo pretpostaviti da je:

$$\theta_i(t_k) \cong \theta_i(t_{k-1}), \qquad i = 2,\ldots,n \qquad (3)$$

(ugao $\theta_1(t_k)$ uvek dobijamo tačno jer ne zavisi od ostalih uglova).

Rešenje inverzne kinematike sada postaje

$$\theta_i(t_k) = g_i(\mathbf{A}_{\mathrm{TOOL}}(t_k),\ \theta_1(t_{k-1}),\ \ldots,\ \theta_{i-1}(t_{k-1})) \qquad (4)$$

Na ovaj način je izbegnuta sekvencijalnost rešenja jer je za nalaženje $\theta_i(t_k)$ dovoljno znati rešenje iz prethodnog trenutka.

Implementacija ovakvog pristupa je opisana u literaturi [2]. U ovome radu je dat i algoritam kojim se smanjuje greška usled aproksimacije, uvođenjem faktora kompenzacije. Kompenzacija se računa korišćenjem informacije o brzini vrha alata.

$$\theta_i(t_k) = g_i(\mathbf{A}_{\mathrm{TOOL}}(t_k),\ \theta_1(t_{k-1}),\ \ldots,\ \theta_{i-1}(t_{k-1})) + \Delta_i \qquad (5)$$

Kompenzacija Δ_i se računa linearnom ekstrapolacijom polazeći od jednačine:

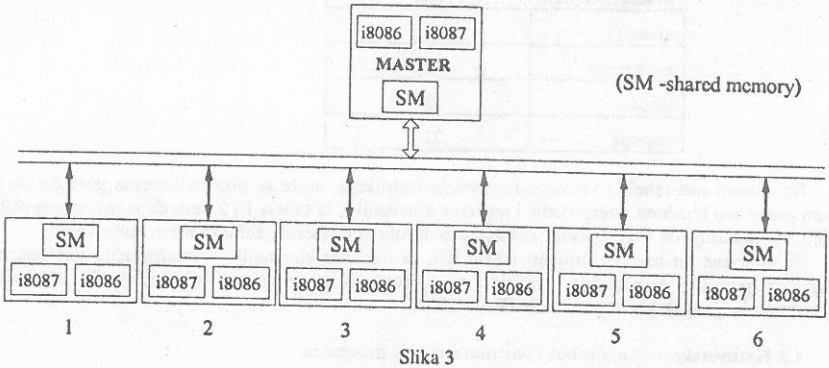
$$\theta_i(t_k) = \theta_i(t_{k-1}) + \dot{\theta}_i(t_{k-1})dt \qquad (6)$$

za Δ_i se dobija:

$$\Delta_i = -\nabla g_i dv + \dot{\theta}_i(t_{k-1})dt \qquad (7)$$

gde je gradijent g_i dat izrazom $\nabla g_i = \begin{bmatrix} \frac{\partial g_i}{\partial v_x} & \frac{\partial g_i}{\partial v_y} & \frac{\partial g_i}{\partial v_z} \end{bmatrix}$

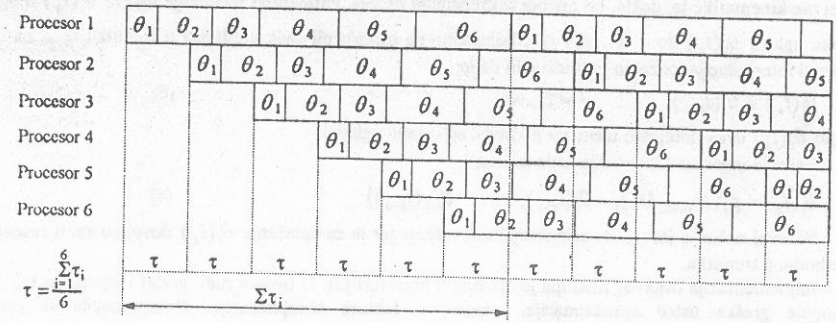
Hardverska realizacija ovakvog robot kontrolera sadrži 6 procesora Intel 8086 sa koprocesorima 8087, koji paralelno izračunavaju unutašnje koordinate robota. Na master procesoru (takođe i8086 sa koprocesorom) vrši se interpolacija bez interpolacije orijentacije alata. Ako bi se vršila i ova interpolacija tada bi za master procesor morao da se koristi i80386 ili slični. Vreme interpolacije na ovakvom sistemu iznosi 5 ms. Za zajedničke podatke se koristi *shared memory* (distribuirana memorija). Sakupljanje i distribuiranje podataka radi master na kraju svakog intervala interpolacije.



Slika 3

Računanje interpolacije i inverzne kinematike se vremenski preklapaju. Na kraju svakog intervala interpolacije master zadaje nove spoljašnje koordinate procesorima koji rešavaju inverznu kinematiku. Označimo sa τ_i vreme potrebno za računanje unutrašnje koordinate θ_i, jednačina (5). Ukupno vreme izvršavanja inverzne kinematike τ određeno je najvećim τ_i, $\tau = \max(\tau_i)$. Ova veličina se naziva latentnost inverzne kinematike. Interval interpolacije ne sme biti manji od τ. Navedeno rešenje značajno smanjuje latentnost inverzne kinematike, a samim tim i interval interpolacije.

Za sekvencijalno rešavanje inverzne kinematike na višeprocesorskom sistemu koriste se *pipelined* architekture. Na slici 4 je šematski prikazana ideja ovog rešenja za robot sa 6 zglobova (n=6).



Slika 4

Svaki od 6 procesora računa kompletnu inverznu kinematiku sekvencijalno. Master koji radi interpolaciju zadaje spoljašnje koordinate ovim procesorima. Prvo se spoljašnje koordinate zadaju procesoru 1, posle intervala $\tau = \Sigma\tau_i / n$ procesoru 2, i tako sve do procesora 6 kada je *pipeline* napunjen. Zatim se master ponovo obraća procesoru 1. Vreme interpolacije na ovakvoj arhitekturi je znatno smanjeno

i iznosi τ, pri čemu je, za razliku od prethodnog rešenja, latentost inverzne kinematike nepromenjena i iznosi $\Sigma\tau_i$.

Rešenje ovakve arhitekture zasnovane na CORDIC-u (Coordinate Rotational Digital Computers) opisano je detaljno u [4] i [5].

4.3 Hardversko rešenje robot kontrolera koje ne vrši izračunavanja u realnom vremenu

U slučaju aplikacija gde su putanje unapred definisane i ne menjaju se tokom rada, na osnovu informacija sa senzora, interpolacija i inverzna kinematika se mogu izračunavati van realnog vremena. Za ovakvo rešenje potrebna je podrška kompajlera jezika za upravljanje robotom. Objektni fajl ovakvog kompajlera sadrži niz vektora unutrašnjih koordinata robota. Budući da je za jedan vektor unutrašnjih koordinata, u slučaju šestoosnog robota, potrebno izdvojiti 6x4=24 byte memorije (svaka koordinata se definiše 32-bitnom celobrojnom vrednošću), ovakvo rešenje zahteva veliku memoriju za korisnika.

Ovde procesor ne mora biti visokih performansi jer se u realnom vremenu vrši zadavanje unutrašnjih koordinata nižem nivou upravljanja.

Primer obakvog rešenja je Lolin robot kontroler RC2 koji koristi Motorolin procesor 68020 CISC arhitekture, sa koprocesorom i CMOS SRAM ili FLASH EPROM za memorisanje korisničkih programa. Ovom procesoru je potrebno 30 do 40 ms za računanje interpolacije i inverzne kinematike, pa je on zadovoljavajući samo za kontrolere koji podržavaju kontinualna kretanja po predvidivim putanjama i point to point kretanja.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja iznetih u ovom radu može se zaključiti da je sobzirom na odnos cena i performansi procesora koji se danas mogu naći na tržištu najpogodnije projektovati hardver robot kontrolera baziran na procesoru RISC arhitekture. Ovaj procesor je u stanju da rešava inverznu kinematiku i interpolaciju putanje alata za manje od jedne milisekunde, što omogućava vrlo kvalitetno upravljanje robotom u realnom vremenu. Ovakvo rešenje omogućava korekciju putanje kretanja robota na osnovu informacija o konturi predmeta koji se obrađuje, a koja se dobija od senzora za merenje ove konture. Koncepcija hardvera robot kontrolera koji vrši totalnu kompilaciju programa, tako da se inverzna kinematika i interpolacija ne vrše u realnom vremenu, može da zodovolji veliki broj robotskih aplikacija. Ona zahteva veći memorijski prostor za čuvanje korisničkih programa nego druge hardverske koncepcije. Sobzirom na cenu FLASH EPROMA koji se za to koriste ovo rešenje robot kontrolera je takoće veoma pogodno. Rešenja koje se zasnivaju na multiprocesorskim sistemima su komplikovanija od prethodna dva pa su zato i manje pogodna od njih.

6. LITERATURA

[1] V. Kvrgić, M. Pavlović, Struktura softvera za kontinualna kretanja robota i implementacija odgovarajućih komandi u kompajler jezika za upravljanje robotom. *XVIII Jupiter konferencija, 1992.*

[2] H. Zhang, R. Paul, A Parallel Kinematics Solution for Robot Manipulators Based on Multiprocessing and Linear Extrapolation, *IEEE Trans. on Robotics and Automation, October 1991*

[3] 32-bit Embedded Controller Handbook, *Intel*

[4] C. Lee, P. Chang, A Maximum Pipelined CORDIC Architecture for Inverse Kinematics Position Computation. *IEEE J. Robotics and Automation, October 1987*

[5] R. Harber et al., The Application of Bit-serial CORDIC Computational Units to the Design of Inverse Kinematics Processors. *Proc. IEEE Int. Conf. Robotics Automation, 1988*

[6] Dokumentacija Lola Instituta

ROBOTIZOVANA MONTAŽA - STANJE I PERSPEKTIVE

Branislav Borovac, Dragan Šešlija, Stevan Stankovski
Fakultet tehničkih nauka, Institut za industrijske sisteme
Trg D. Obradovića 7, 21000 NOVI SAD

Abstract:

An overview of the problems in the field of robotic assembly with current state and present problems are given in the paper. All related problems: assembly process planning, grasping, and inserting techniques and strategies are covered. Very important problem is cooperative work of two or more robots. This problem include a number of problems: colision avoidance, bilateral manipulation, ... Special attention is paid to the role of sensors. Application of soft-sensored multifingerd hand with fingers sensored by array of pressure sensors as a solution for typical insertion problem ('peg-in-hole' task) is given as an example.

1. UVOD

Značajan deo industrijske proizvodnje čine procesi montaže. U [1] navodi podatak da se za izradu tipičnog proizvoda u industrijskim uslovima oko 53% vremena koristi samo za montažu. Slični rezultati se navode i u [2] gde je nađeno da se učešće montaže u zavisnosti od vrste proizvoda kreće od 31% do 73.5%. I pored ovako značajnog učešća montaže u proizvodnim procesima problemima montaže se tek do nedavno prišlo intenzivnije. Stoga se u ovoj oblasti još uvek može naći veliki broj nedovoljno proučenih i na odgovarajući način rešenih problema. To se naročito odnosi na robotizovanu ili programabilnu montažu kao relativno novo područje primene industrijskih robota.

Osnovni problem koji se postavlja pred savremene montažne sisteme je kako obezbediti automatizaciju montaže proizvoda koji se izrađuju u količinama koje nisu dovoljno velike da bi ekonomski bilo isplativo primeniti namenske automate (hard automation). Primena industrijskih robota se čini pogodnim rešenjem ali se pri njihovom uvođenju u proizvodni proces javlja čitav niz problema koje je potrebno rešiti radi dostizanja potrebnog nivoa pouzdanosti i ekonomičnosti.

Planiranje montažnog postupka predstavlja oblast kojoj se posvećuje dosta pažnje. Osnovni problem je određivanje redosleda potrebnih zahvata za realizaciju montaže i njihovo grupisanje u pojedine operacije odnosno formiranje radnih stanica. Pri tome se pored dosadašnjih tehnika (dijagram ograničenja, teorija grafova itd.) uvode i novi pristupi. Na primer, u [3] se predlaže prilaz koji koristi kao osnovu video sistem koji osmatra čoveka dok obavlja neku montažnu operaciju te na osnovu analize snimka i zaključivanja baziranog na poznavanju geometrije predmeta rada ("geometrijsko rezonovanje") automatski generiše isti redosled montaže za realizaciju putem robota. Zahvaljujući sposobnosti za geometrijsko rezonovanje ovaj sistem je u stanju da "razume" zahvate koje izvodi radnik. Tako, na primer, sistem može da izbaci nepotrebne pokrete koje ljudi često izvode.

Veliki broj istraživanja je vezan za oblast koja se u literaturi naziva scheduling - dodeljivanje resursa pojedinim operacijama i određivanje vremena početka i završetka operacija. Čitav niz tehnika i matematičkih metoda se koristi za rešavanje ovog problema. Od tehnika koje se u novije vreme sve više primenjuju vredno je spomenuti primenu generičkih algoritama [4] i temporalne logike [5]. Generički algoritmi predstavljaju optimizacionu tehniku za funkcije definisane nad konačnim (diskretnim) domenima [6] i mogu se uspešno primenjivati za probleme određivanja redosleda po kom će robot uzimati delove sa konvejera kao i za druge slične probleme. Temporalna logika se koristi za sistematizaciju i kompjuterizaciju generisanja korektnih i kompletnih redosleda montaže. Ona omogućava da se ograničenja u redosledu montiranja predmeta rada u proizvod mogu formalno izraziti koristeći operatore kao što su: uvek o, dok U, sledeći Ø, itd.

Sama realizacija robotizovane montaže se, u većini slučajeva, sastoji od niza zahvata tipa "uhvati i postavi" (pick and place). Ta sekvenca se sastoji od tri glavne faze: hvatanje, prenošenje i unošenje (insertovanje). Svaka od njih je predmet intenzivnih proučavanja i velikog broja objavljenih radova.

U fazi hvatanja proučavaju se optimalne prilazne putanje robota ka predmetu rada, koordinacija rada robota na osnovu informacija dobijenih od sistema vizije radi uočavanja pozicije i orijentacije predmeta i navođenja robota na odgovarajuću lokaciju radi hvatanja, različite vrste hvataljki, potrebne konfiguracije hvataljki odnosno izbor vrste hvata, izbor mesta hvatanja na predmetu rada, stabilnost hvata, itd. U radu [7] je dat pregled problema vezanih za automatizaciju hvatanja.

Kada je robot uhvatio predmet rada potrebno je da ga prenese do mesta ugradnje. Problemi koji se pri tome javljaju su:

- određivanje najkraće putanje ili trajektorije optimalne po nekom drugom kriterijumu
- zaobilaženje prepreka
- sinhronizacija rada robota sa drugim robotima ili uređajima u okviru ćelije
- upravljanje silom hvatanja predmeta

U radu [8] dat je pregled algoritama za približno planiranje trajektorija. Od nedavno se vrše pokušaji [9] da se primene računari sa paralelnom arhitekturom kao što je Thinking Machines' Connection Machine sa 8K procesora za globalno planiranje trajektorija. Posebnu oblast istraživanja predstavlja oblast redundantnih robota [10], [11] gde se raznim tehnikama

okviru radnog prostora.

Prepreke koje robot treba da izbegne za vreme obavljanja zadatka mogu se podeliti na statičke (razni mirujući objekti iz okruženja) i dinamičke (drugi roboti, uređaji ili vozila). Za otkrivanje prepreka koriste se raznovrsni senzori: ultrazvučni, vizuelni (od skupljih sistema robotske vizije do jeftinijih foto ćelija), senzori koji reaguju na blizinu drugog predmeta (induktivni i kapacitivni) i senzori koji reaguju na dodir (senzori sile, pritiska, mehanički graničnici itd.). U radu [12] je dat primer primene novog tipa kapacitivnog senzora za otkrivanje prepreka koji reaguje na prepreke bez obzira na njihov oblik, boju ili provodljivost a domet mu je oko 400 mm.

Dosta radova je vezano za problem zajedničkog rada više robota radi ostvarenja montažnog zadatka. Uočava se više različitih slučajeva primene: a) roboti dodaju jedan drugome predmete rada b) roboti naizmenično postavljaju predmete rada u alat za montažu i c) roboti zajedno prenose predmet rada. Slučaj pod c) je najteži za realizaciju a dobri rezultati se postižu ako se primeni zajednički kontroler za oba robota [13] .

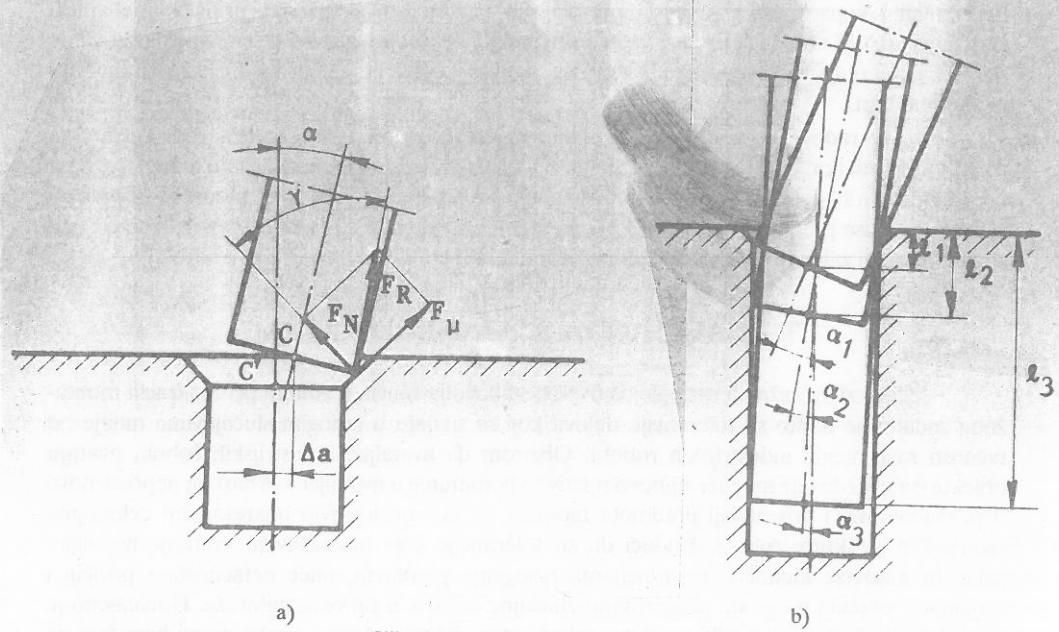
3. REALIZACIJA SPAJANJA DELOVA

Jedan od najvažnijih razloga još uvek nezadovoljavajućih rezultata pri realizaciji montažnog zadatka je to što su tolerancije delova koji se spajaju u mnogim slučajevima manje od tačnosti savremenih industrijskih robota. Obzirom da hvataljke industrijskih robota hvataju objekte čvrsto, i da nije moguće njihovo relativno pomeranje u hvataljci, sve nastale nepreciznosti u pozicioniranju i orijentaciji predmeta montaže se moraju ispraviti pokretanjem celokupne mehaničke strukture robota. Budući da su tolerancije koje ograničavaju kretanje hvataljke prilikom montaže identične tolerancijama naleganja predmeta, male netačnosti u poziciji i orijentaciji objekta mogu da prouzrokuju značajne teškoće u procesu montaže. Uobičajeno je da se korišćenjem senzora sile u zglobu robota meri sila kontakta sa okolinom na bazi čega se definiše korekciono kretanja koje treba da obezbedi izvršenje postavljenog zadatka [14-17] . Drugi prilaz je zasnovan na ideji da se omogući pasivno podešavanje položaja objekta unutar otvora. Takva ideja je realizovana u [18] gde poseban uređaj (RCC) omogućuje pasivnu samoadaptaciju objekta na nepreciznosti pozicioniranja. Glavni nedostatak ovakvog rešenja je što je za svaki objekat, za svaki zadatak, kao i za svaku drugu promenu parametara sistema, potreban poseban uređaj.

Mi predlažemo prilaz koji je opisan u [19] ,[20] ,[21] i koji pretpostavlja korišćenje hvataljke sa mekim površinama za hvatanje na koje su postavljeni senzori pritiska. Korišćenjem mekog pokrova na površinama dodira, omogućuje se objektu, da pod uticajem spoljašnje sile reakcije, izvrši ograničena podešavanja sopstvenog položaja u okviru hvataljke. To uzrokuje promenu profila pritiska na površini dodira. Na osnovu ovog portreta pritiska i njegove dinamike upravlja se procesom montaže.

Usvojimo da se zadatak sastoji od uvođenja objekta (prizmatičnog ili cilindričnog) u odgovarajući otvor sa propisanim tolerancijama (Sl. 1.). Kada se vrh objekta nalazi unutar konusnog dela otvora glavni cilj kompenzacionih pokreta je da se omogući da vrh objekta propagira u pravcu otvora klizanjem vrha objekta duž izvodnice konusne površine u pravcu otvora te da se na taj način, samonavođenjem, vrh objekta dovede do dna uvodnog konusa. U

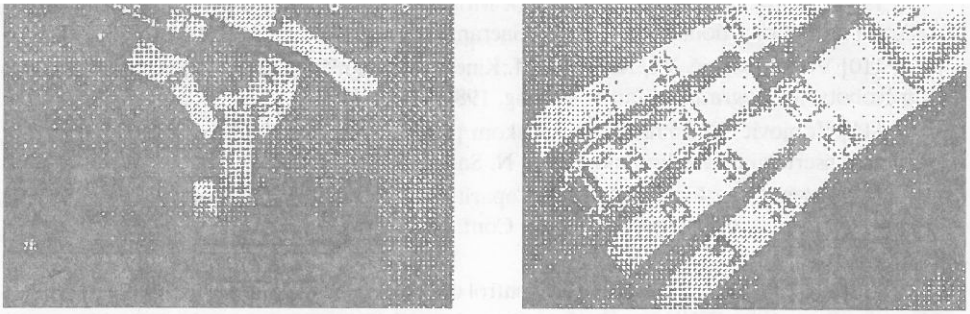
hvataljke je određeno tolerancijom naleganja i dubinom trenutno realizovanog umetanja objekta u otvor. Kako proces umetanja objekta napreduje maksimalna dozvoljena devijacija, predstavljena uglom α između ose objekta i ose otvora, opada. Na Sl. 1.b. terminalni ugao α_1^H odgovara dubini umetanja i_1, ugao α_2^H odgovara i_2 a α_3^H odgovara i_3.



Slika 1.

Kada se objekat umetne do pune dubine, pomeranje hvataljke je ograničeno tolerancijama naleganja montiranih delova. Prema tome, osnovni zadatak u ovoj fazi se može definisati kao zahtev za održavanjem uslova $\alpha(i) < \alpha^H(i)$ za vreme realizacije procesa.

Na osnovu prikazane analize je predložena nova strategija realizacije montažnog zadatka koja se, u suštini, svodi na simultanu realizaciju dve akcije. Prva je obezbeđivanje stalnog pritiska u pravcu ubacivanja objekta u otvor, dok je druga realizacija kompenzacionih kretanja koja treba da obezbede realizaciju odvijanja samog procesa. Prilaz je verifikovan i eksperimentalno. Korišćena je "Belgrade-USC-IIS" multifunkcionalna hvataljka senzorisana senzorima pritiska. Senzori su na vrhu prsta podeljeni na uske trake tako da je moguće dobiti profil pritiska koji predstavlja osnovnu informaciju na kojoj se bazira realizacija procesa. Realizovan je ravanski montažni zadatak prikazan na Sl. 2.



Slika 2. Senzor pritiska i zadatak montaže

4. ZAKLJUČAK

U radu se daje pregled stanja na polju robotizovane montaže. Na kraju rada se prikazuje realizacija "peg-in-hole" zadatka koja se bazira na korišćenu hvataljke za mekim kontaktnim površinama koje su senzorisane senzorima pritiska.

5. LITERATURA

[1] Owen, A.E.: Flexible Assembly Systems, Plenum Press, New York, 1984.

[2] Ćosić, I., Milić, D., [ešlija, D.: Montažni sistemi, priručnik za vežbe, Nauka, Beograd, 1991.

[3] Ikeuchi, K., Suehiro, T.: Towards an Assembly Plan from Observation, Proc. 1992 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp 2171-2177, Nice, 1992.

[4] Falkenauer, E., Delchambre, A.: A Genetic Algorithm for Bin Packing and Line Balancing, Proc. 1992 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp 1186-1192 Nice, 1992

[5] Tian, S.K., Devanathan, R.: Temporal Logic Formulation of Assembly Sequence Properties, Proc. 1992 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp 1208-1213, Nice, 1992.

[6] Morrow, M.: Genetic Algorithms - A New Class of Searching Algorithms, Dr.Dobb's Journal, April 1991.

[7] Šešlija, D., Buturović, LJ., Pejnović, P., Stankovski, S.: Automatizacija hvatanja kod inteligentnih robotskih manipulatora, ETAN 92, Beograd, 1992.

[8] McCarthy, J.M., Bodduluri J.M.C.: A Bibliography on robot kinematics, Workspace Analysis, and Path Planning. In O. Khatib, J.J. Craig, and T. Lozano-Perez, editors, Robotics Review 1. MIT Press, 1989.

Robotics and Automation, pp 1000-1007, Sacramento, 1991.

[10] Vukobratović, M., Kirćanski M.:Kinematics and Trajectories Synthesis of Manipulation Robots, Monografija, Springer-Verlag, 1986.

[11] Konjović, Z., "Prilog automatskom planiranju trajektorija manipulacionih robota, Doktorska disertacija, Fakultet teh. nauka, N. Sad, 1992.

[12] Novak, J.L., Feddema J.T.: A Capacitance - Based Proximity Sensor for Whole Arm Obstacle Avoidance, Proc. 1992 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp 1307-1314, Nice, 1992.

[13] Hsu, P., Su, S.: Coordinated Control of Multiple Manipulator Systems - Experimental Results, Proc. 1992 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp 2199-2204, Nice, 1992.

[14] Drake et al: High Speed Robot Assembly of Precision Parts Using Compliance in lieu of Sensory Feedback, Proc. 7th Int. Symp. on Industrial Robots, pp 87-97, JIRA, Tokyo, 1977.

[15] D. E. Whitney, "Historical Perspective and State of the Art in Robot Force Control",The Inter. Journal of Robotic Research, Vol. 6, No. 1.,1987.

[16] Nevins L.J., D.E. Whitney. "Assembly Research", Automatica, Vol. 16., pp.595-613, 1980.

[17] D. Stokić, M. Vukobratović, "Simulation and Control Synthesis of Manipulator in Assembly Technical Parts", Jour. of Dynamic Systems, Measurement and Control, 1979.

[18] D. E. Whitney, J.M.Rourke, "Mechanical Behaviour and Design Equations for Elastomer Shear Pad Remote Center Compliance", ASME Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control, Vol. 108, pp.223-232, 1986.

[19] Borovac B., Šešlija D, Stankovski S.,"Generalized Approach to the Control od Assembly Process Using Tactile Sensors and Grippers with Soft Fingers", Proc. of 6-th International Conference on CAD/CAM, Robotics and Factories of the future, London, 1991.

[20] Borovac B., Šešlija D, Stankovski S.,"Soft Sensored Grippers in Assembly Process", Proc. of 1992 International Conference on Robotics and Automation, Nica, 1992.

[21] Borovac B., Stankovski S.,Šešlija D: "Razvoj ekspertnog sistema za podršku u robotizovanoj montaži hvataljkama sa mekim kontaktnim površinama" prihvaćeno za objavljivanje na ETAN konferenciji, Beograd, 1992.

UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
INSTITUT ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO

24. SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA JUGOSLAVIJE

Novi Sad, 16-18. septembar 1992

ZBORNIK RADOVA

SEKCIJA VI

PRIMENA PROŠIRENIH PETRIJEVIH MREŽA ZA MODELIRANJE, ANALIZU I SIMULACIJU FLEKSIBILNIH TEHNOLOŠKIH SISTEMA

Slavko Arsovski, Mašinski fakultet u Kragujevcu
Zoran Mirović, Tehnološki razvoj, "Zastava Kamioni"- Kragujevac

1.UVOD

U radu se daju osnovni pojmovi i notacija klasičnih i proširenih Petrijevih mreža koje su uz hijerarhijski analitički pristup iskorišćene za modeliranje konkretnog fleksibilnog tehnološkog sistema.Proširene Petrijeve mreže verno reprezentuju interakcije podsistema odnosno strukturu i ponašanje sistema dok hijerarhijski analitički pristup uz upotrebu dijagrama ciklusa aktivnosti obezbedjuje besprekornu egzekuciju modela.Ovo je iskorišćeno za izradu originalnog FORTRAN programa koji anticipira trajanje obrade različitih grupa delova izračunava vremenske stepene iskorišćenja aktivnih resursa sistema i omogućava kompletan uvid u funkcionisanje sistema.

2.PROŠIRENE PETRIJEVE MREŽE

Petrijeve mreže su grafičko matematički alat veoma pogodan za reprezentaciju fleksibilnih tehnoloških sistema,tj,sistema diskretnih i konkurentnih dogadjaja gde postoji potreba za njihovom sinhronizacijom zbog sukobljavanja oko zajedničkih resursa.Petrijeve mreže modeliraju ponašanje sistema registrujući svaku akciju unutar sistema važnu sa aspekta modeliranja.

Strukturu Petrijeve mreže (C),njen matematički model sačinjavaju četiri osnovna skupa.To su skup mesta (P),skup prelaza (T),skup ulaznih (I) i izlaznih (O) funkcija prelaza.Skupom mesta opisana je struktura sistema odnosno moguća stanja elemenata sistema važnih sa aspekta modeliranja.Skup prelaza obuhvata sve dogadjaje koji se mogu desiti u modeliranom sistemu.Skupovi ulaznih i izlaznih funkcija prelaza definišu preduslove i posledice dešavanja dogadjaja unutar prostora stanja sistema.

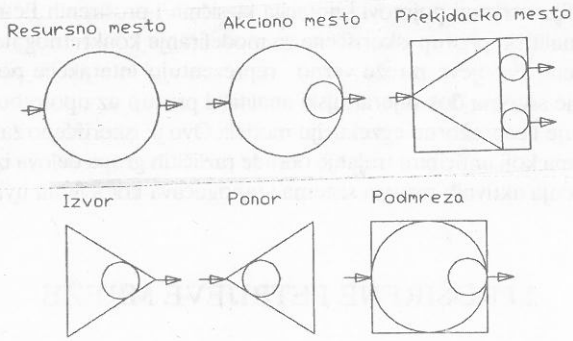
Graf Petrijeve mreže je ekvivalentan strukturi mreže i sastoji se iz dve vrste čvorova. Krugovi predstavljaju mesta dok crte predstavljaju prelaze. Usmereni lukovi koji povezuju ove

dve vrste čvorova predstavljaju ulazne i izlazne funkcije prelaza. Znaci su pojmovi istog ranga kao mesta i prelazi i sa njima se vrši markiranje mreže,tj ukazivanje na ona stanja u sistemu koja egzistiraju u datom trenutku.Marker (Mi) možemo definisati kao n-komponentni vektor (n-broj mesta u mreži) koji opisuje stanje sistema u posmatranom trenutku (i).Skup svih markera dostiživih iz nekog inicijalnog markera definiše prostor stanja sistema. ponašanje sistema,prelazak iz jednog stanja u drugo u skladu sa strukturalnim ograničenjima definisano je egzekucijom mreže koja se vrši distribucijom znakova kroz mrežu. Distribucija se vrši pucanjem odobrenih prelaza (dešavanjem dogadjaja za koje postoje preduslovi) i premeštanjem znakova iz ulaznih u izlazna mesta prelaza (promena stanja sistema prouzrokovano dešavanjem dogadjaja).Posledice dešavanja jednog stvaraju preduslove za dogadjanje drugih dogadjaja i tako dolazi do dešavanja niza dogadjaja sve do zadovoljenja uslova za završetak egzekucije mreže.Upravo ovaj pristup modeliranju koji verno odslikava način odvijanja dogadjaja u realnom svetu čini Petrijeve mreže veoma pogodnim i moćnim alatom za modeliranje najrazličitijih vrsta sistema.

Glavna ograničenja primene klasičnih Petrijevih mreža za modeliraje FTS su ujedno i razlog za uvodjenje dopunskih pojmova definisanih u proširenim Petrijevim mrežama (PPM)/2/.

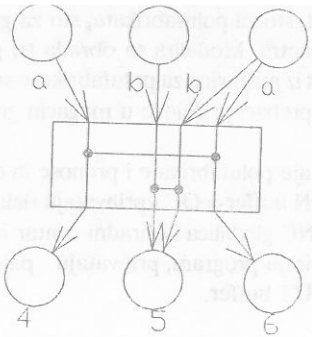
Ograničenja su sadržana u sledećem:

Postoji samo jedna klasa mesta što umanjuje opisnu moć mreže. Postoji samo jedna klasa znakova pa je nemoguće predstaviti istovremeno prisustvo i tok delova,resursa,informacija i upravljanja kroz mrežu.Ne postoji rešenje za prikazivanje trajanja odredjanih aktivnosti i uvodjenje vremenske dimenzije.



Slika 1. Mesta u PPM

U PPM postoje šest vrsta mesta: statusno, akciono, prekidačko, izvor, ponor i podmreža. Statusno mesto je ekvivalentno mestu u klasičnoj teoriji PM i ukazuje na stanje resursa ili dela sistema.Akciono mesto ukazuje na neki proces koji se odvija u sistemu i predstavljeno je krugom u krugu.Završetak operacije naznačen jen markiranjem manjeg kruga.Prekidačko mesto služi za rešavanje problema konflikta,ima više izlaza i primorava znak da ga napusti tačno odredjenim lukom.Izvorno mesto ukazuje na uvodjenje novog resursa u mrežu , daje se zajedno sa mestom ponora i tako reguliše pitanje konzervativnosti mreže. Podmreža predstavlja modelirajuću pogodnost i omogućava nam kombinovanje jednog ili više pomenutih mesta olakšavajući analizu i povećava juci čitkost mreže.



sursa,informacija i upravljanja kroz sistem uvode se odgovarajuće klase znakova za svaki tok posebno i označavaju se njima pripadajući lukovi. Prelazi sinhronizuju tok različitih klasa znakova kroz mrežu pri čemu jedan luk prenosi samo jednu klasu znakova jasno naznačavajući izvorna i ciljna mesta pridistribuciji znakova.

Slika 2.Prelaz u PPM

3.METODOLOGIJA HIJERARHIJSKOG MODELIRANJA

Hijerarhijski pristup modeliranju sastoji se iz tri faze.U prvoj se vrši dekompozicija sistema,odnosno uočavanje elemenata sistema važnih sa aspekta modeliranja.U drugoj fazi na osnovu dijagrama ciklusa aktivnosti modelira se funkcionisanje svakog podsistema pomoću dogadjaj-grafa i sačinjavaju komponentne Petrijeve mreže za svaki podsistem.U trećoj fazi vrši se sinteza komponentnih u kompozitnu mrežu sistema prenoseći željene strukturalne osobine na rezultujuću mrežu.

Dogadjaj-grafovi su posebna vrsta Petrijevih mreža u kojima svako mesto ima po jedan ulazni i izlazni prelaz a njihove strukturalne osobine su posebno pogodne za analizu dinamičkog ponašanja sistema.Te strukturalne osobine su sigurnost, ograničenost, životnost i konzistencija i imaju poseban značaj pri modeliranju FTS i omogućavaju besprekornu egzekuciju njihovih modela.

Pri modeliranju komponentnih mreža treba voditi računa o sledećim ograničenjima da bi dobili željene strukturalne osobine mreže:

- izmedju bilo koja dva čvora u mreži mora postojati usmeren put
- graf dogadjaj bilo kog resursa ne sme imati petlju izuzev petlje koja evetualno polazi iz resursnog mesta.
- ukupan broj lukova koji ulazi u prelaz jednak je broju lukova koji ga napustaju.
- svi ulazi u mesto potiču iz jednog prelaza i svi izlazi iz mesta ulaze u isti prelaz.

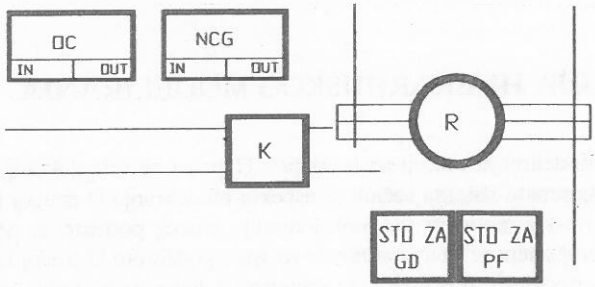
Po modeliranju nizova operacija svakog resursa u komponentnu mrežu željenih strukturalnih osobina pristupa se sintezi tih mreža u kompozitnu mrežu sa istim strukturalnim osobinama. Uvodjenjem elemenata upravljačke logike definišu se prioriteti izvodjenja akcija unutar sistema i time se konačno uklanjaju sve dvosmislenosti u egzekuciji mreže.Ovako dobijen kompozitni model sistema garantuje željene strukturalne osobine i besprekornu egzekuciju mreže.

MODELIRANJE IZABRANOG FTS PROŠIREMOM PETRIJEVOM MREŽOM

Prethodno opisan način modeliranja proširenom Petrijevom mrežom primenjen je za modeliranje istraživačkog FTS koji se razvija na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu. U prvom

glodalica, obradni centar, portalni robot,kolica za transport, sto za polufabrikate, sto za gotove delove, ulazni i izlazni buffer-i NC glodalice i obradnog centra. Modelira se obrada tri grupe delova koji se prvo obradjuju na NCG a zatim na OC.Robot iz magacina za polufabrikate smešta delove na sto za polufabrikate i sa stola za gotove delove prebacuje delove u magacin gotovih delova.

Kolica izvode tri različita ciklusa aktivnosti. Prihvataju polufabrikate i prenose ih do IN buffer-a NCG prenose delove od OUT buffer-a NCG do IN buffer-a OC i prihvataju delove sa OUT buffer-a OC i smeštaju ih na sto za gotove delove. NC glodalica i obradni centar izvode identične operacije sa aspekta modeliranja: učitavaju i iniciraju program, prihvataju paletu sa delovima sa IN buffer-a,obradjuju deo i smeštaju ga na OUT buffer.



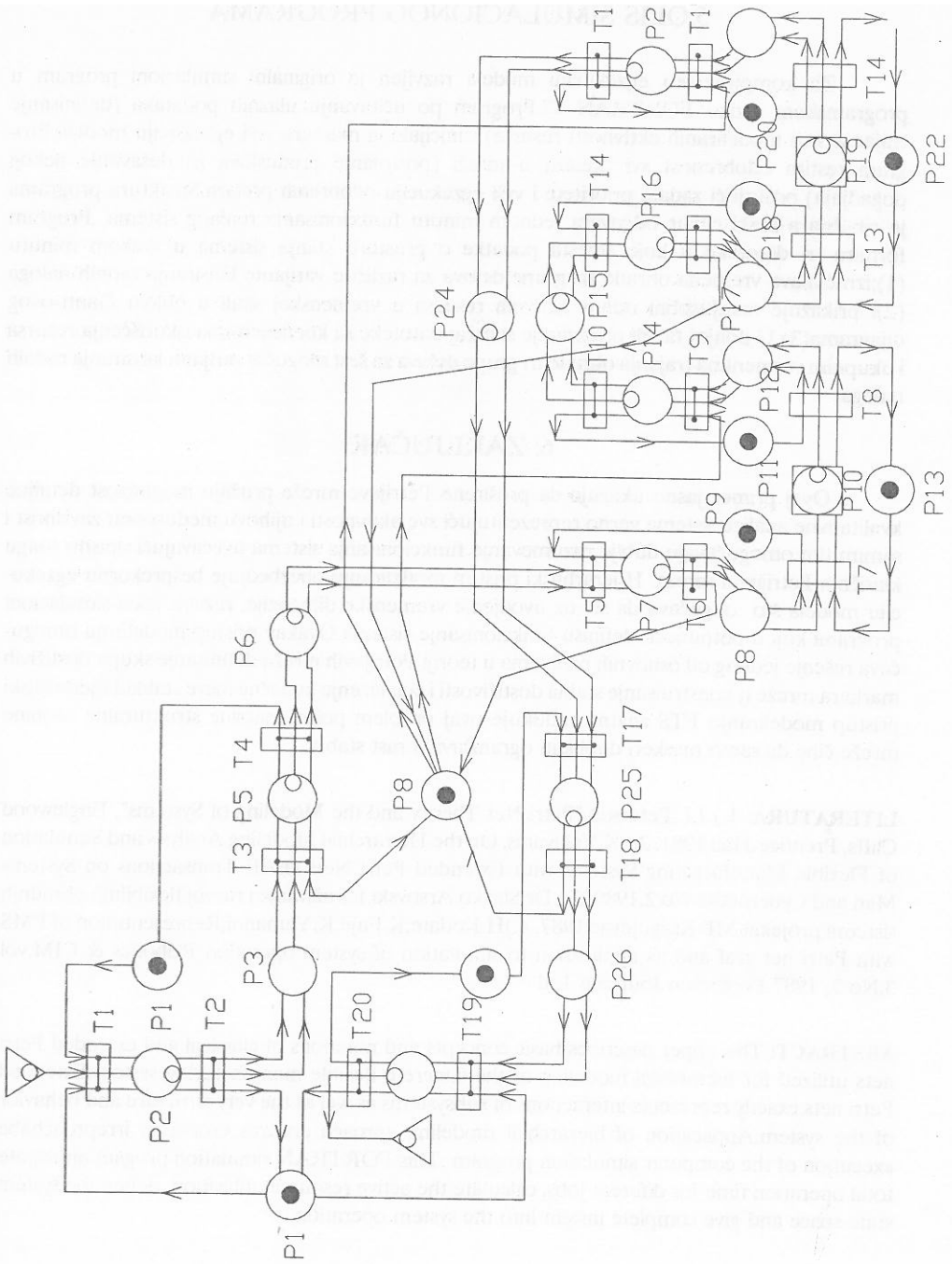
Slika 3. Osnova modeliranog FTS

Identifikovana su sledeća stanja resursa:

p1- robot slobodan
p2- robot puni sto za PF
p3- sto za PF pun
p4- sto za PF prazan
p5- kolica prazne sto za PF
p6- kolica nose PF
p7- kolica odlažu PF
p8- IN buffer NCG pun
p9- IN buffer NCG prazan
p10-NCG prihvata i obradjuje deo
p11-OUT buffer NCG prazan
p12-Out buffer NCG pun
p13-NCG slobodna
p14-kolica prazne OUT buffer NCG
p15-kolica nose deo
p16-kolica pune IN buffer OC
p17-IN buffer OC pun
p18-IN buffer OC prazan
p19-OC prihvata i obradjuje
p20-OUT buffer OC prazan
p21-OUT buffer OC pun
p22-OC slobodan
p23-kolica prazne OUT buffer
p24-kolica nose gotov deo
p25-kolica pune sto za GD
p26-sto za gotove delove pun
p27-sto za GD prazan
p28-kolica slobodna
p29-robot praznisto za GD

Aktivnosti resursa:

t1- početak p2
t2- kraj p2
t3- početak p5
t4- kraj p5
t5- početak p7
t6- kraj p7
t7- početak p10
t8- kraj p10
t9- početak p14
t10-kraj p14
t11- početak p16
t12- kraj p16
t13- početak p19
t14- kraj p19
t15- početak p23
t16- kraj p23
t17- početak p25
t18- kraj p25
t19- početak p29
t20- kraj p29



Slika 4. Kompozitni PPM model sistema

5.OPIS SIMULACIONOG PROGRAMA

Za kompjutersku egzekuciju modela razvijen je originalni simulacioni program u programskom jeziku FORTRAN 77.Program po učitavanju ulaznih podataka (definisanje trajanja svih modeliranih aktivnosti resursa) i inicijalnog markera vrši egzekuciju modela.Program testira odobrenost svi prelaza u mreži (postojanje preduslova za dešavanje nekog dogadjaja) poštujući zadate prioritete i vrši egzekuciju odobrenih prelaza.Struktura programa je ciklična a svaki ciklus odgovara jednom minutu funkcionisanja realnog sistema .Program formira tri datoteke u koje smešta podatke o prostoru stanja sistema u svakom minutu (1);izračunava vremena obrade tri grupe delova za različite varijante lansiranja radnih naloga (2)i prikazuje medjusobni odnos aktivnih resursa u vremenskoj skali u obliku Gantt-ovog dijagrama(3).U donjoj tabeli prikazan je sadržaj datoteke sa koeficijentima iskorišćenja resursa i ukupnim vremenima trajanja obrade tri grupe delova za šest mogućih varijanti lansiranja radnih naloga.

6. ZAKLJUČAK

Ovaj primer jasno ukazuje da proširene Petrijeve mreže pružaju mogućnost detaljne kvalitativne analize sistema verno reprezentujući sve aktivnosti i njihovu medusobnu zavisnost i samim tim omogućavaju dublje razumevanje funkcionisanja sistema uvećavajući opisnu snagu klasičnih Petrijevih mreža. Hijerarhijski pristup modeliranju obezbedjuje besprekornu egzekuciju modela što oogućava da se, uz uvodjenje vremenske dimenzije, razviju takvi simulacioni programi koji u potpunosti definišu funkcionisanje sistema.Ovakav pristup modeliraju omogućava rešenje jednog od osnovnih problema u teoriji Petrijevih mreža definisanje skupa dostiživih markera mreže tj konstruisanje stabla dostiživosti i iznalaženje konačne mere stabla.Hijerarhijski pristup modeliranju FTS znatno redukuje ovaj problem pošto osnovne strukturalne osobine mreže čine da samo markeri duplikati ograničavaju rast stabla.

LITERATURA: 1.) J.L.Peterson,"Petri Net Theory and the Modeling of Systems", Englewood Cliffs, Prentice-Hall 1981. 2.) K.Valavanis, On the Hierarchial Modeling Analysis and Simulation of Flexible Manufactoring Systems with Extended Petri Nets IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics No 2,1989. 3.) Dr Slavko Arsovski,Istraživanje i razvoj flexibilnih obradnih sistema,projekat MF Kragujevac 1987. 4.)H.Kodate,K.Fujii,K.Yamanoi,Representation of FMS with Petri net graf and its application to simulation of system operation Robotics & CIM,vol 3,No 3, 1987 Pergamon Journalis Ltd

ABSTRACT: This paper describes basic concepts and notations of classical and extended Petri nets utilized for hierarchial modeling of the concrete flexible manufacturing system.Extended Petri nets exactly represents interactions of subsystems as wel as the very structure and behavior of the system.Application of hierarchial modeling aproach ensures eror-free, irreproachabe execution of the computer simulation program .This FORTRAN simulation progam anticipate total operation time for diferent jobs, calculate the active resource utilization ,define the system state space and give complete insight into the system operation.

SIMPLEKSNI PLANOVI OPTIMIZACIJE PROCESA I SISTEMA

Prof. dr. Joko Stanić,Mašinski fakultet, Beograd

Doc. dr. Vidosav Majstorović, Mašinski fakultet, Beograd

Doc. dr. Velimir Todić, FTN, Novi Sad

Rezime

Simpleksni metod spada u grupu glavnih adaptivnih (ekspertnih) metoda optimizacije procesa i sistema u proizvodnom mašinstvu. Njegovu osnovu čine simpleksni planovi. U radu su stoga, sažeto prikazane matematičke osnove simpleksnih planova (struktura i matrice ovih planova), identifikacija simpleksne trajektorije i jedan primer korišćenja simpleksnih planova u optimizaciji objekata (procesa, sistema i dr.).

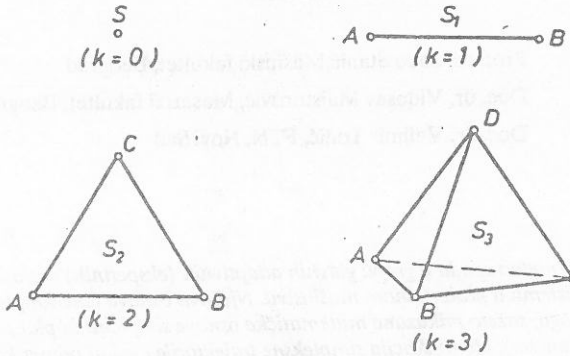
1. Simpleksi i simpleksni metod

Simpleksni metod optimizacije objekata (procesa. sistema i dr.), u čijoj osnovi je sadržan simpleksni eksperimentalni plan,koncipiran je inače na empirijskoj povratnoj sprezi i na matematički strogo formalizovanoj porceduri (algoritmu) simpleksne trajektorije. Po ovoj trajektoriji (trasi) sukcesivno se pomeraju simpleksni planovi ka, na primer, optimalnoj oblasti ispitivanog procesa ili nekog drugog objekta optimizacije /1/. Algoritam ovog metoda, baziran na simpleksnom planu, sadrži, dakle, precizne instrukcije, kada, kuda i kako treba upravljati eksperimentalni optimizacioni program da bi se dati objekat optimizacije doveo u optimalno stanje.

Geometrijski model simpleksnih planova iskazuje se skoro redovno pravilnim ili regularnim simpleksom, ili tačnije vrhovi pravilnog simpleksa definišu plan sa k+1 eksperimenata.* Simpleks je određen sa k+1 nezavisnih tačaka (p1, p2,.....,pk euklidskog prostora R^m,m $\geq$ k) koje formiraju mnogogranu (simpleksnu) figuru u k-dimenzionom prostoru. Primeri nuladimenzionog (k = 0), jednodimenzionog (k=1), dvodimenzionog (k = 2) i trodimenzionalnog (k = 3) pravilnog simpleksa u vidu tačke, duži, ravnostranog trougla i pravilne trostrane piramide pokazani su na sl. 1.

---

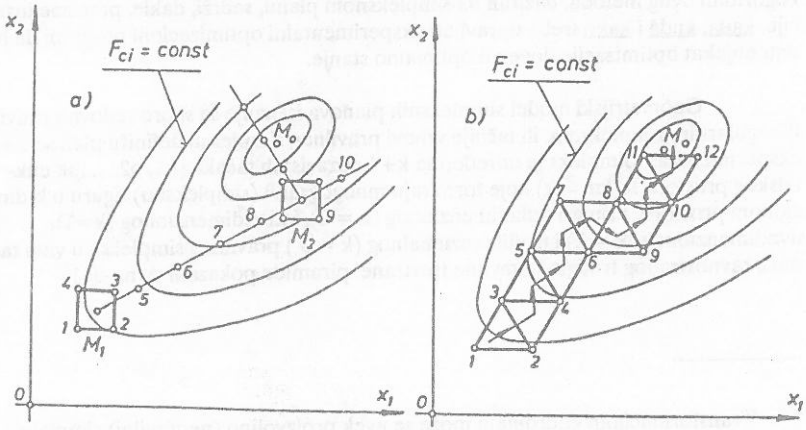
* Transformacijom koordinata može se uvek proizvoljno (nepravilni) simpleks prevesti u pravilni ili regularni, tj. u figuru u kojoj se vrhovi ili skup k + 1 tačaka nalaze na istom rastojanju.



Sl. 1. Primeri regularnih simpleksa p=0,1,2 i 3

Simpleksni plan pripada grupi onih planova prvog reda, čije je osnovno svojstvo minimum eksperimentalnih tačaka.

Uporedni prikaz trajektorija pomeranja simpleksnih planova i gradijentnih planova ka optimumu dvofaktornog objekta optimizacije (procesa i sl.) dat je na sl.2. Kao što se vidi, algoritam simpleksnog metoda, zasnovan na simpleksnom planu, sastoji se iz niza iterativnih eksperimentalnih koraka.



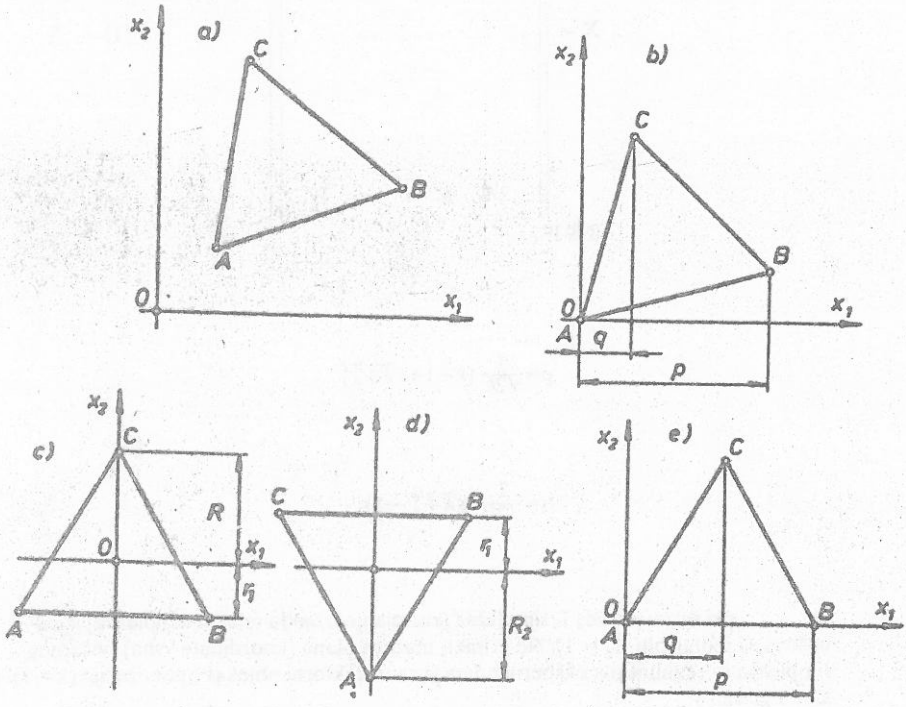
Sl. 2. Trajektorije (trase) pomeranja planova gradijentnog (a) i simpleksnog (b) metoda ka optimumu dvofaktornog objekta

U prvom koraku izvodi se, na osnovu početnog simpleksnog plana, k + 1 eksperimenat, a zatim se, u ovom eksperimentalnom skupu, identifikuje tačka sa najnepovoljnijim rezultatom. Ova tačka isključuje se iz eksperimentalnog skupa, pa se time završava prvi korak.

Drugi korak počinje formiranjem novog na osnovu predhodnog (početnog) simpleksa na taj način što se, umesto isključene, dodaje nova eksperimentalna tačka koja je, u odnosu na naspramnu granu simpleksa, simetrična isključenoj tački. Iz tog sledi eksperimentalno ispitivanje, i tako se redom ponavljaju ove operacije kroz pojedine koraka iterativne procedure.

2. Matrice simpleksnih planova

Vrhovi početnog pravilnog simpleksa, odnosno eksperimentalne tačke simpleksnog plana, mogu zauzeti različite položaje u koordinantnom sistemu Ox1x2x3 ...Fc. Nekoliko ovih karakerističnih položaja, za slučaj dvofaktornih objekata optimizacije, pokazano ja na sl. 3.



Sl. 3. Nekoliko karakterističnih položaja početnog simpleksa (simpleksnog plana) u koordinatnom sistemu Ox1x2 dvofaktornog objekta optimizacije

Prvim slučajem (sl. 3a.) predstavljen je proizvoljni položaj početnog simpleksa, a drugim (sl. 3b.) - jedan poseban položaj početnog simpleksa čija se jedna tačka poklapa sa koordinatnim početkom a kraci (koji polaze iz ovog vrha) zaklapaju iste uglove sa koordinatnim osama. U naredna dva slučaja položaja početnog simpleksa (sl. 3c,d.) smešten je početak koordinatnog sistema u težište simpleksa. I poslednji slučaj (sl. 3e.) dosta često se koristi u optimizacionim procedurama objekata ispitivanja.

Matrica X pravilnog k - dimenzionog početnog simpleksa, odnosno simpleksnog plana nekog k - faktora objekta optimizacije, može se, na primer, za simplekse na sl. 3b - 3c) napisati u sledećem obliku:

a) Simpleks na sl. 3b

$$X = \begin{Vmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ p & g & g & \dots & g \\ g & p & g & \dots & g \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ g & g & g & \dots & p \end{Vmatrix}, \qquad (1)$$

gde je :

$$p = \frac{1}{\sqrt{2k}}\left(k - 1 + \sqrt{k+1}\right)$$

$$q = \frac{1}{\sqrt{2k}}\left(\sqrt{k+1} - 1\right) \qquad (2)$$

pri čemu je ivica L simpleksa (rastojanje između vrhova simpleksa) izjednačena sa jedinicom (L = 1). Na primer, matrica plana (koordinate vrha) početnog simpleksa sa rezultatima eksperimenata y_i za trofaktorni objekat optimizacije (k= 3) i L = 1 glasi:

6-10

Vrh simpleksa (br. eksperimenata)	MATRICA PLANA			EKSPERIMENT. REZULTATI
	x1	x2	x3	
1	0	0	0	y_1
2	0,944	0,236	0,236	y_2
3	0,236	0,944	0,236	y_3
4	0,236	0,236	0,944	y_4

(3)

b) Simpleks na sl. 3c

$$X = \begin{Vmatrix} -r_1 & -r_2 & -r_3 & \dots & -r_k \\ R_1 & -r_2 & -r_3 & \dots & -r_k \\ 0 & R_2 & -r_3 & \dots & -r_k \\ 0 & 0 & R_3 & \dots & -r_k \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & & . \\ 0 & 0 & 0 & \dots & R_k \end{Vmatrix}, \qquad (4)$$

gde je, za jediničnu ivicu simpleksa (L = 1),

$$r_i = \frac{1}{\sqrt{2i(i+1)}}$$

$$R_i = \frac{\sqrt{i}}{\sqrt{2(i+1)}} \qquad (5)$$

$$R_i = i r_i, \qquad i = 1, 2, 3, \dots, k$$

Imajući u vidu odnose (5), tj. $R_i = i r_i$, $i = 1,2,3,\dots k$, može se matrica (4) izraziti nešto jednostavnijim oblikom

$$X = \left\| \begin{matrix} -r_1 & -r_2 & -r_3 & \dots & -r_k \\ r_1 & -r_2 & -r_3 & \dots & -r_k \\ 0 & 2r_2 & -r_3 & \dots & -r_k \\ 0 & 0 & 3r_3 & \dots & -r_k \\ . & . & . & & . \\ . & . & . & & . \\ 0 & 0 & 0 & \dots & kr_k \end{matrix} \right\| , \qquad (6)$$

Primenom matrice plana (4) na, na primer, četvorofaktorni objekt optimizacije dobija se:

VRH SIMPLEKSA (broj eksperi men.)	MATRICA PLANA				EKPERIM. REZUL-TATI
	x_1	x_2	x_3	x_4	
1	-0,5	-0,289	-0,204	-0,158	y_1
2	0,5	-0,289	-0,204	-0,158	y_2
3	0	0,578	-0,204	-0,158	y_3
4	0	0	0,612	-0,158	y_4
5	0	0	0	0,632	y_5

(7)

6-12

Vrednosti pojedinih koordinata prvog vrha simpleksa u matrici plana (7) izračunate su pomoću relacije (2), tj.

a) koordinata x_1 (i=1)

$$r_1=\frac{1}{\sqrt{2.1(1+1)}}=0,5$$

b) koordinata x_2 (i=2)

$$r_2=\frac{1}{\sqrt{2.2(2+1)}}=0,289$$

c) koordinata x_3 (i=3)

$$r_3=\frac{1}{\sqrt{2.3(3+1)}}=0,204$$

d) koordinata x_4 (i=4)

$$r_4=\frac{1}{\sqrt{2.4(4+1)}}=0,158$$

c) Simpleks na sl. 3d:

$$X = \begin{Vmatrix} r1 & r2 & r3 & \dots & rk \\ -R1 & r2 & r3 & \dots & rk \\ 0 & -R2 & r3 & \dots & rk \\ 0 & 0 & -R3 & \dots & rk \\ . & . & . & & . \\ . & . & . & & . \\ . & . & . & & . \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -Rk \end{Vmatrix} \qquad (8)$$

gde je (za jediničnu ivicu simpleksa)

$$r_1=\frac{1}{\sqrt{2i(i+1)}}$$

$$R_i=\frac{\sqrt{i}}{\sqrt{2(i+1)}} \qquad (9)$$

$$R_i=ir_i, \qquad 1=1,2,3,\dots,k.$$

6-13

Za četvorofaktorni objekat optimizacije, na primer, biće matrica plana početog simpleksa:

VRH SIMPLEK-SA (broj eksperimen.)	MATRICA PLANA				EKPER. REZUL-TATI
	x_1	x_2	x_3	x_4	
1	0,5	0,289	0,204	0,158	y_1
2	-0,5	0,289	0,204	0,158	y_2
3	0	-0,578	0,204	0,158	y_3
4	0	0	-0,612	0,158	y_4
5	0	0	0	-0,632	y_5

(10)

3. Identifikacija simpleksne trajektorije

Simpleksna trajektorija (trasa) povezuje početni simpleks (postojeće radne uslove nekog procesa, na primer) sa optimalnim područjem objekta optimizacije. Ona predstavlja, prema tome, geometrijsko mesto položaja simpleksa u simpleksnoj iterativnoj proceduri optimizacije nekog objekta.

Na početku simpleksne trajektorije nalazi se početni simpleks. Njegove koordinate su određene simpleksnim planovima odnosno matricom simpleksa (1)-(10). Time je određen i oblik i položaj (centar eksperimentalnog plana) početnog simpleksa. Međutim, pojedine koordinate u simpleksnim planovima (1)-(10) su neimenovani

(kodirani) brojevi, pa je potrebno, pre nego što se odredi metrika odnosno matrica plana početnog simpleksa sa prirodnim ili imenovanim brojevima* (koordinatama), da se utvrde intervali varijacije wi proučavanih faktora xi (i = 1,2,3,....,k) objekata optimizacije.

Vrednosti intervala varijacije zavise pre svega od prirode ispitivanog objekta (vrednost gradijenta funkcije optimizacije) i datih tehnoloških i drugih ograničenja u objektu optimizacije. Postoji, međutim,jedno praktično pravilo /9/ prema kojem vrednost intervala varijacije pojedinih faktora treba da budu 5 - 10 puta veće od vrednosti srednje kvadratne greške (standardne devijacije) koja se čini pri merenju korespondentnog faktora.

Posle definisanja intervala varijacije wi i osnovnih nivoa xio pojedinih faktora datog objekta optimizacije, što je pokazano u tablici 1 na primeru jednog petofaktornog procesa (k = 5), definišu se, za datu matricu plana početnog simpleksa sa kodiranim (neimenovanim) koordinatama, prirodne ili imenovane koordinate datih faktora. Veza između prirodnih (Xi) i kodiranih (xi) vrednosti faktora određena je relacijom (11), tj.

$$xi=\frac{Xi-Xoi}{wi}, \qquad i=1,2,3,\ldots,k.$$

TABLICA 1

FAKTORI			Osnovni nivo Xoi (xoi=0)	Interval varijacije wi
VREDNOSTI		Jedinice mera		
KODIRANE (neimenovane)	PRIRODNE (imenovane)			
x1	X_1	/mm/	Xo1	w1
x2	X_2	/°C/	Xo2	w2
x3	X_3	/min/	Xo3	w3
x4	X_4	/W/	Xo4	w4
x5	X_5	/gr/	Xo5	w5

* Simpleksni plan sa prirodnim ili imenovanim brojevima (koordinatama) naziva se radni eksperimentalni plan (matrica plana) simpleksnog metoda.

Na osnovu sistema jednačina transformacije ili jednačina za kodiranje (11) formira se radna matrica plana početnog simpleksa. Neka su, na primer, za jedan petofaktorni proces (k = 5) osnovni nivoi x01 = 2,oo, x02 = 0,65, x03 = 0,10, x04=0,25, x05=1,20 sa korespondentnim intervalima varijacije w1=0,2, w2=0,15, w3=0,025, w4=0,05 i w5=0,20 i neka je izabrana matrica plana (kodiranih koordinata) (11) početnog simpleksa, tada su jednačine transformacije (kodiranja) u ovom slučaju

$$x_1=\frac{X1-2,00}{0,20},$$

$$x_2=\frac{X2-0,65}{0,15},$$

$$x_3=\frac{X3-0,10}{0,025}, \qquad (12)$$

$$x_4=\frac{X4-0,25}{0,05},$$

$$x_5=\frac{X5-1,20}{0,20},$$

odakle slede jednačine prirodnih vrednosti faktora

$$X_1=2,00+0,20\,x_1,$$

$$X_2=0,65+0,15x_2,$$

$$X_3=0,10+0,025x_3, \qquad (13)$$

$$X_4=0,25+0,05x_4,$$

$$X_5=1,20+0,20x_5$$

na osnovu kojih je formirana radna eksperimentalna matrica plana (početnog simpleksa) sa rezultatima eksperimenata y, prikazana u tablici 2. Tako su, na primer, prirodne koordinate prvog vrha početnog simpleksa u ovoj tablici izračunate na ovaj način

$$X_1=2,00+0,20\cdot 05=2,10,$$

$$X_2=0,65+0,15\cdot 0,289=0,693,$$

$$X_3=0,10+0,025\cdot 0,204=0,105,$$

$$X_4=0,25+0,05\cdot 0,158=0,258$$

$$X_5=1,20+0,20\cdot 0,129=1,225$$

6-16

TABLICA 2.

REDNI BROJ EKSPERIMENTA	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	y
1	2,10	0,693	0,105	0,258	1,225	0,760
2	1,90	0,693	0,105	0,258	1,225	0,491
3	2,00	0,564	0,105	0,258	1,225	0,513
4	2,00	0,650	0,085	0,258	1,225	0,675
5	2,00	0,650	0,100	0,218	1,225	0,693
6	2,00	0,650	0,100	0,250	1,075	0,666

Nakon formiranja matrice plana početnog simpleksa izvode se, po ovom planu, eksperimentalna ispitivanja iz kojih se dobijaju, prema tač. 1, informacije o smeru kretanja ka optimumu objekta (početnom toku simpleksne trajektorije). Koordinate nove tačke (vrha) u novom simpleksu, koji sadrži novu i sve tačke početnog simpleksa sem tačke sa najnepovoljnijim rezultatom (isključene tačke), definišu se /6/ izrazom:

$$x_j^{(k+2)} = 2x_j^{(c)} - x_j^{(t)} \qquad j=1, 2, 3, ..., k. \qquad (14)$$

gde je $x^{(t)}_j$ - j-a koordinata isključene tačke (vrha), tj. tačke sa najnepovoljnijim eksperimentalnim rezultatom i $x^{(c)}_j$ - j-a koordinata centra grane početnog simpleksa So bez isključene tačke. Koordinata $x^{(c)}$ izračunava se iz izraza

$$xj(c)=\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k+1} x_j^{(i)} \qquad i \neq t$$

U navedenom primeru (tabl.2) vidi se da drugi po redu eksperiment (tačka 2 ili B u simpleksu 123456 ili ABCDEF) ima najnepovoljniji rezultat. Saglasno jednačinama (15) biće koordinate centra grane ACDEF koji obrazuju tačke (vrhovi)

$$x_1^{(c)} = \frac{2,0+2,0+2,0+2,0+2,1}{5} = 2,02,$$

$$x_2^{(c)} = \frac{0,65+0,65+0,65+0,504+0,693}{5} = 0,641,$$

$$x_3^{(c)} = \frac{0,105+0,105+0,085+0,100+0,100}{5} = 0,099,$$

$$x_4^{(c)} = \frac{0,258+0,258+0,258+0,218+0,250}{5} = 0,248,$$

$$x_5^{(c)} = \frac{1{,}225+1{,}225+1{,}225+1{,}225+1{,}075}{5} = 1{,}995\,,$$

a zatim se iz jednačine (14) izračunavaju koordinate nove tačke B' u novom simpleksu AB'CDEF

x1(c)=2,202+2,02-1,90=2,14,
x2(c)=0,641+0,641-0,693=0,589,
x3(c)=0,099+0,099-0,105=0,093,
x4(c)=0,248+0,248-0,258=0,238,
x5(c)=1,195+1,195-1,225=1,165.

Pošto su sada poznate koordinate nove tačke, što znači da je potpuno određen novi simpleks AB'CDEF i njegova matrica plana, izvode se eksperimenti u novoj tački B'. Dalji postupak definisanja novih simpleksa na simpleksnoj trajektoriji do ulaska u optimalnu oblast objekta odvija se kroz sukcesivno ponavljanje predhodne računsko - eksperimentalne procedure. Neka osnovna pravila toka simpleksne trajektorije detaljnije su opisana u literaturi /1/ i /3/.

LITERATURA

/1/ J. Stanić, Metod inženjerskih merenja, Peto dopunjeno i prerađeno izdanje, Mašinski fakultet, Beograd (1990).

/2/ G.E.P. Box, K.B. Wilson, On the experimental attainemet of optimum conditions, Journal the Royal Statistical Society, Series B,13 (1951) No 1.

/3/ W.Spendley, G. Hext, F.Himsworth, Sequential application of simplex in optimization and evolutionary operations, Technometrics, 4 (1962) No 4.

/4/ V.V.Nalimov, N.A.Černova, Statističeskie metody planirovanija ekstremal'nyh eksperimentov, Nauka, Moskva (1965).

/5/ J.Stanić, Uvod u teoriju tehnoekonomske optimizacije, četvrto prerađeno i dopunjeno izdanje, Mašinski fakultet, Beograd (1988).

/6/ S.L. Ahnazarova, B.B.Kafarov, Optimizacija eksperimenata v himii i hemičeskoj tehnologiji, Vysšaja škola, Moskva (1978).

/7/ K.Hartman i dr., Planirovanie eksperimenta v issledovanii tehnologičeskih processov, Mir, Moskva (1977).

/8/ R.L.Plackett, J.P.Burman, The design of optimum multifactor experiments, Biometrics, 33 (1946) No 4.

/9/ V.B.Tihonov, Planirovanije i analiz eksperimenta, Legkaja industrija, Moskva(1974).

RAZVOJ POSTUPKA ZA EFEKTIVNO PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKIH STRUKTURA U MONTAŽI

DEVELOPMENT OF FPROCEDURES FOR EFFECTIVE DESIGNOOF TEHNOLOGICAL STRUCTURES IN ASSEMBLY

dr Dragutin Zelenović, red. prof., dopisni član VANU, dr Ilija Ćosić, vanr. prof.,
Dragan Milić, asistent, Institut za industrijske sisteme,
Fakultet tehničkih nauka, 21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 7

Rezime

U radu se razmatraju potrebe za razvojem efektivnog postupka u projektovanju tehnoloških struktura u montaži, pri čemu se pod tehnološkom strukturom podrazumevaju postupci rada i tehnološki sistemi na kojima se ti postupci izvode.

Navedeni postupak je deo ukupnog postupka projektovanja proizvodnih sistema na osnovama grupisanja, gde je sistem klasifikacije jedna od osnovnih podloga. Naglasak se, dakle, stavlja na razvoj konstruktivno-tehnološko-funkcionalnog sistema klasifikacije u montaži, koji omogućuje olakšano oblikovanje operacijskih grupa u datim uslovima (efektivan) postupak oblikovanja tehnoloških postupaka i tehnoloških sistema u montaži.

Summary

A need for development of effective procedure in a design of technological structures in assembly is discussed in a paper. Under the term technological structures we understand work procedures and technological systems on which they are executed.

Above mentioned procedure is a part of global procedure for the design of production systems based on GT - aproach where cllassication system is one of the fundaments. So, development of geometricaly-technological-functional classification system in assembly is pointed out, which enables easy designing of operational groups of assembly work pieces as well as optimal procedure for the design of tehnological structures and tehnological systems in assembly.

Sve veći zahtevi u pogledu kvaliteta proizvoda i promene na tržištu koje uslovljavaju potrebu proizvodnje sve većeg broja varijanti istog proizvoda smanjenih količina, uslovili su razvoj kompetentnih, na tržištu konkurentnih - efektivnih proizvodnih sistema. Pri datom su EFEKTIVNI PROIZVODNI SISTEMI oni istemi ko- ji obezbeđuju ostvarenje maksimalne veličine odnosa EFEKTI/ULAGANJA i predstavljaju podlogu za razvoj proizvodnih sistema sa budućnošću.

Postupak projektovanja efektivnih proizvodnih sistema zasnovan je na grupnoj tehnologiji i teoriji sličnosti oblika, dimenzija, uslova izrade i kvaliteta predmeta rada, i definisan je sa pet osnovnih modula:

M1 - Projektovanje proizvoda i programa proizvodnje, koje rezultira u potpuno definisanom programu proizvodnje.

M2 - Analiza programa proizvodnje i razvoj sistema klasifikacije.U ovom modulu dolazi se do sistema klasifikacije koji je prilagođen proizvodnom programu sistema u kome se koristi.

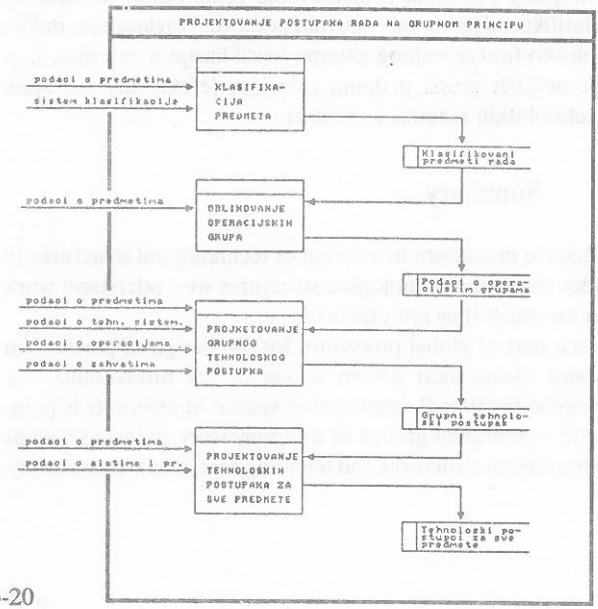
M3 - Projektovanje postupaka rada i tehnoloških struktura, obuhvata izbor standardnih i projektovanje nestandardnih elemenata tehnološke strukture postupaka rada u montaži.

M4 - Projektovanje struktura sistema, u rezultatu kojeg se dobija završno oblikovana prostorna struktura sistema.

M5 - Modeliranje i simulacija, analiza rezultata i podešavanje, koje se vrši u okviru sva četiri navedena modula. pri čemu je modul 3 od suštinskog značaja za obezbeđenje efekata utvrđenih funkcijom cilja sistema.

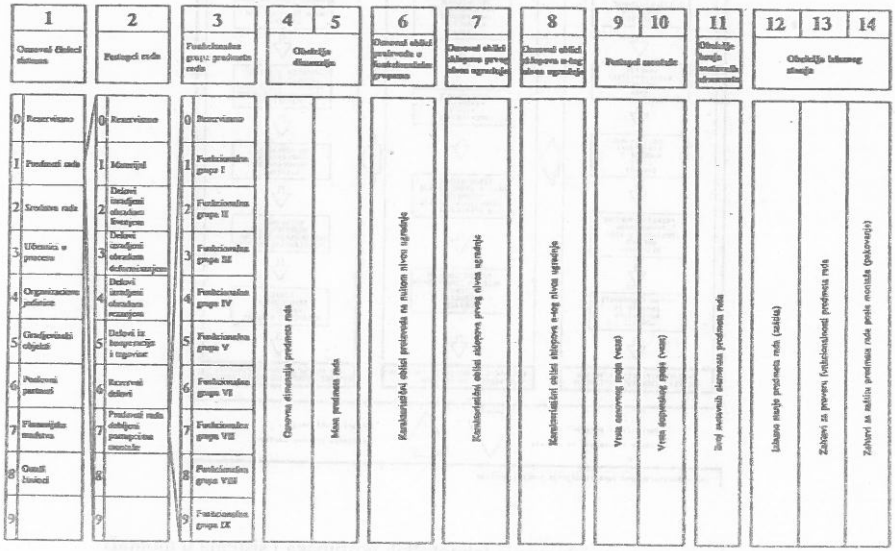
2.0 RAZVOJ POSTUPKA ZA EFEKTIVNO PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKIH STRUKTURA U MONTAŽI

Projektovanje tehnoloških struktura u montaži se vrši prema postupku pokazanom na sl. 1 i to:



Slika 1. Postupak projektovanja tehnoloških postupaka u montaži

hnološkog sistema klasifikacije (slika 2), razvijenog na Institutu za industrijske sisteme u Novom Sadu.

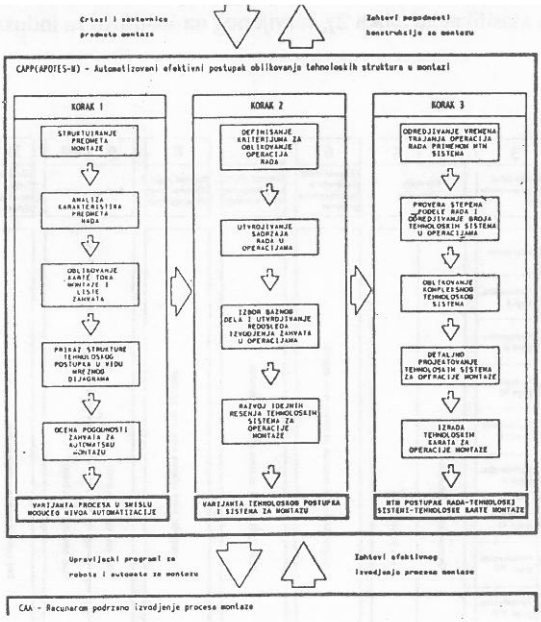


Slika 2. Opšti sistem klasifikacije predmeta rada u montaži

* Oblikovanje operacijskih grupa, koje podrazumeva spajanje predmeta montaže sličnih po obliku baznog dela, dimenzijama, vrsti spajanja itd.

Operacijske grupe se oblikuju na taj način što projektant za svaku operacijsku grupu definiše profil klasifikacionog broja i uz pomoć računara u istu grupu svrsta sve predmete montaže koji zadovoljavaju taj profil, pri čemu mora voditi računa da profilom klasifikacionog broja obuhvati ona obeležja kojima će objediniti predmete i po sličnosti tehnološkog postupka. Operacijska grupa predstavlja grupu predmeta montaže za koju se razrađuje tehnološki postupak na grupnom principu.

* Projektovanje grupnog tehnološkog postupka za operacijsku grupu, kao skupa postupaka promene stanja na predmetu rada izvodi se postupno u tri osnovna koraka prema blok dijagramu datom na slici 3.



Slika 3. Efektivni postupak projektovanja tehnoloških postupaka i sistema u montaži

* Projektovanje tehnološkog postupka za sve predmete (realne proizvode) u okviru operacijske grupe.

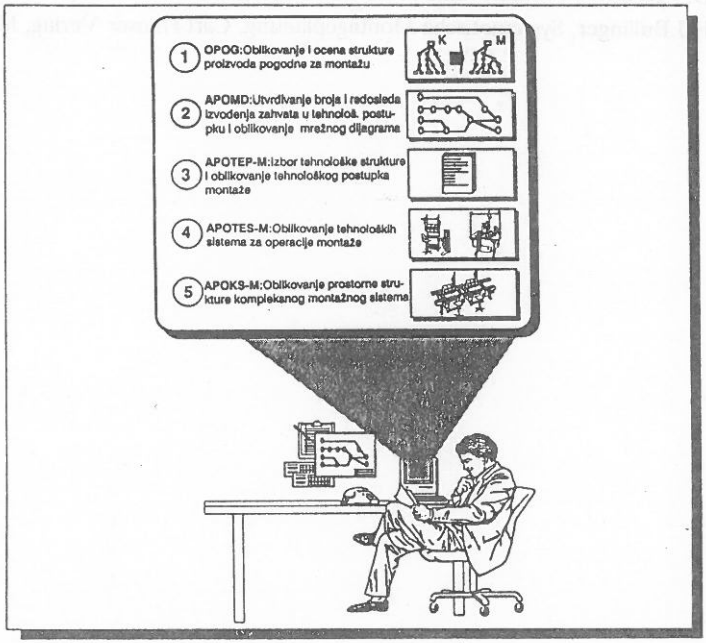
Navedeni postupak se naziva efektivnim jer je u znatnoj meri pojednostavljen u odnosu na osnovni postupak dat u 111 i pogodan je za projektovanje u ručnom i automatizovanom postupku. Složenost objekata montaže i sistema za montažu stalno raste, što rezultira povećanjem vremena i cene projektovanja u ukupnoj ceni proizvoda.

Dosadašnja iskustva u automatizovanom projektovanju pokazuju da se automatizacijom postiže bitno smanjenje vremena trajanja procesa projektovanja, a samim tim i njegove cene. Računarska integracija postupaka projektovanja efektivnih montažnih sistema predstavlja ustvari povezivanje pojedinačno razvijenih segmenata koji se odnose na razvijanje proizvoda, klasifikaciju i oblikovanje operacijskih grupa, projektovanje grupnih tehnoloških postupaka, projektovanje tehnoloških sistema i prostornih struktura i modeliranje i simulaciju proizvodnih procesa. Takođe, projektovanjem postupaka rada primenom računara (CAPP), tehnološke informacije potrebne za montažu predmeta u CAA (MONTAŽA uz podršku računara) pridružuju se geometrijskim informacijama iz CAD (projektovanje proizvoda uz pomoć računara) i omogućava se stvaranje integralnog sistema CAD/CAPP/CAA.

Na IIS je razvijen automatizovani postupak za projektovanje efektivnih proizvodnih (montažnih) sistema, u vidu programskog paketa APOPS-08, koji je i zamišljen kao skup autonomnih potprograma iz koga se za pojedine funkcije pozivaju određeni potprogrami.

programskog paketa APOPS-08 i sastoji se od podprograma za:

1. Oblikovanje i ocenu strukture proizvoda pogodne za montažu - OPOG,
2. Utvrđivanje broja i redosleda izvođenja zahvata u tehnološkom postupku i oblikovanje mrežnog dijagrama - APOMD,
3. Izbor tehnološke strukture i oblikovanje tehnološkog postupka montaže - APOTEP-M,
4. Oblikovanje tehnoloških sistema za operacije montaže - APOTES-M,
5. Oblikovanje prostorne strukture kompleksnog montažnog sistema - APOKS-M u smislu prikaza na slici 4.



Slika 4. CAPP u montaži

3.0 ZAKLJUČCI

Navedeni postupak je proveren u projektovanju realnih montažnih sistema pri čemu su utvrđene sledeće prednosti primene navedenog postupka:

- detaljno varijantno projektovanje,
- fleksibilnost postupka,
- jednostavnost,
- brzina projektovanja,

čime je obezbeđeno olakšano donošenje odluka pri izboru optimalne varijante tehnološkog postupka i sistema u montaži.

4.0 LITERATURA

1. D. Zelenović, I. Ćosić, Montažni sistemi , Nauka, Beograd, 1991.
2. I. Ćosić, D. Milić, D. Šešlija, Montažni sistemi - priručnik za vežbe, Nauka, Beograd, 1991.
3. D. Zelenović, Projektovanje proizvodnih sistema, Naučna knjiga, Beograd, 1987.
4. H.J.Bullinger, Systematische Montageplanung, Carl Hanser Verlag, Munchen, 1986.

RAZVOJ EKSPERTNOG SISTEMA ZA PROJEKTOVANJE MONTAŽNIH SISTEMA

DEVELOPMENT OF AN EXPERT SYSTEM FOR DESIGNING ASSEMBLY SYSTEMS

I. Ćosić: FTN - Instsitut za industrijske sisteme,
Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića, 6

REZIME

U radu se razmatra mogućnost primene sistema zasnovanog na znanju (ekspertnog sistema) u projektovanju montažnih sistema. U svetu i kod nas se čine značajni napori na razvoju takvih programskih sistema koji u sebi sadrže metode i postupke projektovanja i ekspertska znanja u datoj oblasti. S tim u vezi, u radu se daje prikaz strukture montažnog sistema i postupka za njegovo projektovanje. Razmatraju se uslovi i oblikuju pravila za izbor elemenata ručno-mehanizovanog montažnog sistema. Daje se prikaz izabrane ljuske ekspertnog sistema i interpretacija formiranja baze znanja.

ABSTRACT

The paper presents consideration of possibility of expert system application in designing systems. In the world and Yugo- slavia significant contributions on development of such programming systems are achieved. These systems are composed of inco- rporated methods and designing procedures and knowledge from the certain area. The paper also cover survey of assembly system structure and procedures for its designing. Conditions and rules for elements selections are considered too. The survey of choosed expert system shell and interpretation of formed knowledge base is given.

ZASNOVANIH NA ZNANJU

Programi zasnovani na znanju, ili ekspertni sistemi, primenjuju se pri rešavanju onih problema, kod kojih primena u- običajenog, na algoritmima zasnovanog programiranja ne daje odgo- varajuće rezultate, i kod kojih je zbog visoke kompleksnosti za- dataka potrebno veliko vremensko angažovanje eksperata. Razvoj sistema zasnovanih na znanju vezan je po pravilu za korišćenje specijalizovanih jezika i alata. Alati za razvoj, koji danas stoje na rasplaganju, mogu se podeliti u tri osnovne grupe, zavisno od stepena specijalizovanosti za određena područja primene:

- Jezici za programiranje (PROLOG, LISP)
- Alati (KEE, Art) i
- Ljuske (NEXPERT OBJECTS).

Ljuska, koja bi se mogla primeniti kod ovde obradjivanog problema mora da zadovolji čitav niz posebnih kriterijuma. Osnovni zahtevi od sistema zasnovanog na znanju, kojeg treba formirati, su pre svega:

- Jednostavna struktura,
- mogućnost primene i proširenje baze znanja,
- jednostavno korišćenje i
- mogućnost povezivanja sa bankama podataka i ekspertnim programima. Od velikog broja ljuski za ekspertne sisteme, koje se trenutno nude na tržištu, odabrana je ljuska NEXPERT OBJECTS.

2. RAZVOJ EKSPERTNOG SISTEMA ZA PROJKETOVANJE MONTAŽNIH SISTEMA

2.1 Prikupljanje i struktuiranje znanja

Da bi se ekspertno znanje moglo memorisati i obrađivati u okviru informacionog sistema sa računarskom podrškom, neophodno je ovo znanje najpre prikupiti i pripremiti za korišćenje. Obuhvatno znanje može da se prikupi iz različitih izvora, kao na primer:

- iz pisanih materijala (DIN - norme, JUS - norme, teorija i sl.),
- na bazi iskustvenih i preporučenih vrednosti
- na bazi posmatranja, odnosno rekonstrukcije već rešenih problema (praksa).

U cilju izbora i raspoređivanja elemenata montačnog sistema korišćena su sva tri spomenuta izvora, kako bi se dobila odgovarajuća baza znanja.

2.1.1 Definisanje problema

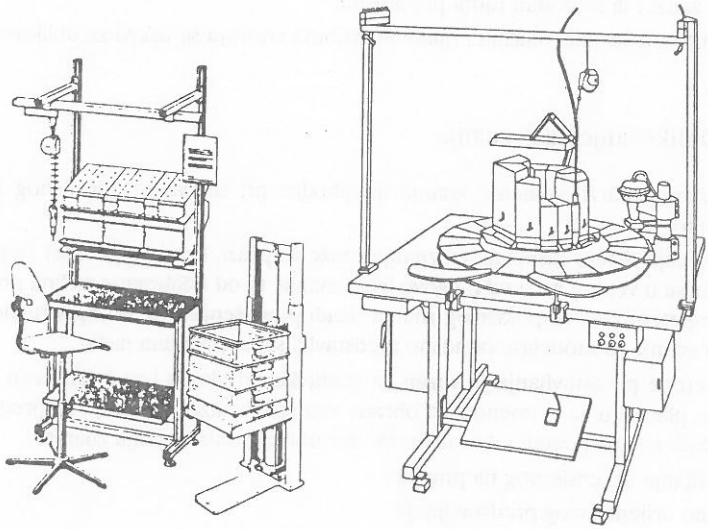
Sistemi za montažu su kompleksni sistemi koji se često sastoje od parcijalnih sistema kao što su:

- ručno mehanizovana radna mesta za montažu,
- delimično automatizovana radna mesta za montažu, - automasti za montažu, - automatske stanice za montažu,

- transportna sredstva za povezivanje,
- međuskladišta.

Postupak projektovanja tehnoloških sistema za montažu se izvodi kroz sledeće faze:
- Određivanje potreba za standardnim/nestandardnim elementima montažnog sistema,
- Izbor standardnih elemenata,
- Projektovanje nestandardnih elemenata, - Razmeštaj elemenata - prostorna struktura tehnološkog sistema.

Pri projektovanju ručno-mehanizovanih tehnoloških sistema (slika 1) treba imati u vidu modularni prilaz pri čemu su ovde od značaja sledeći moduli:
- Osnovni modul (radna površina, radni sto i stolica - ergonomski oblikovani),
- Moduli za spajanje (mašine, uređaji, pomoćni alati i pribori),
- Moduli za rukovanje materijalom (kutije za delove i palete),
- Pomoćni moduli (nosači kutija, dopunsko osvetljenje).



Slika 1. Ručno-mehanizovani tehnološki sistemi

2.1.2 Definisanje uticajnih veličina i atributa pri izboru i razmeštaju elemenata tehnološkog sistema

Pri izboru i razmeštaju elemenata montažnog sistema (modula) treba imati u vidu da svaki elemenat mora da zadovolji određene uslove vezane za:
- predmet rada,
- proces rada ,
- radni prostor i

- ostale uslove pri čemu su uticajne veličine određene atributima i njihovim vrednostima. Tako su na primer:

- Atributi za:

- predmet rada: oblik, dimenzija, zapremina, status, materijal itd.

- proces rada: vrsta spajanja, redosled zahvata, režimi rada, težina rada itd. - radni prostor: dimenzije, status, itd.

- ostale uticajne veličine: proizvođač, tip, cena, mogućnost kombinacije sa drugim elementima, itd.

- Vrednosti pojedinih atributa:

- Oblik: kugla, cilindar, kvadar, ploča.

- Zapremina: mali, srednji i veliki predmeti rada

- Vrsta spajanja: navojna veza, zakivanje, lemljenje zavarivanje itd. - režimi rada: sila zakivanja, momenat uvrtanja, jačina struje, brzina zavarivanja itd.

- Dimenzije radnog prostora: zone I, II, III, i IV, maksimalna visina srca itd.

- Status: zauzet ili slobodan radni prostor itd.

Definisanjem uticajnih veličina i njihovih atributa stvaraju se uslovi za oblikovanje baze znanja.

2.1.3 Oblikovanje baze znanja

Baza znanja sadrži elemente znanja neophodne pri rešavanju određenog problema (činjenice i pravila)

Rezultati koje sistem zasnovan na znanju može da pruži, kao i mogućnost za proširenje ovog sistema, zavise u velikoj meri od njegove baze znanja, tj. od odabranog načina predstavljanja znanja i kompetentnosti raspoloživog znanja. Radi prenošenja specifičnog stručnog znanja na računar, ovo znanje se modelira, odnosno predstavlja se na pogodan način.

Izbor metode predstavljanja je vezan za postavku problema i za inferencnu tehniku i strategiju koji se planiraju za primenu kod obrade znanja. Pokazalo se da je za predstavljanje specifičnih stručnih znanja pogodna kombinacija dva oblika predstavljanja znanja:

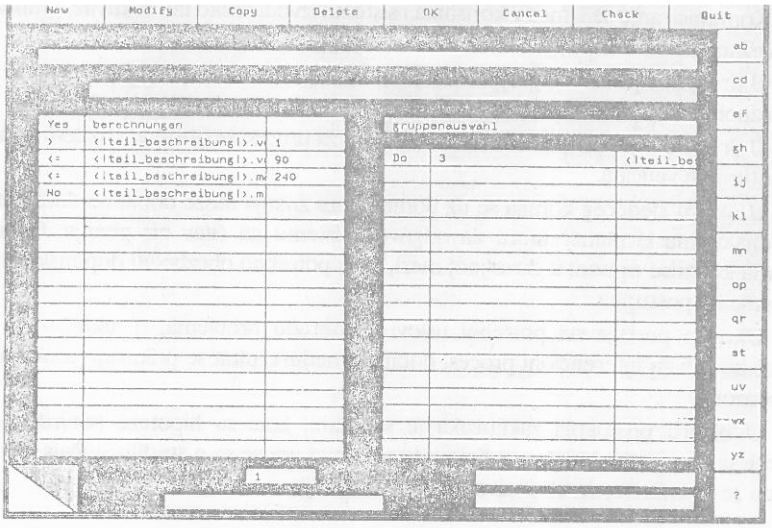
- predtsvljanja orijentisanog na pravila i

- objektno orijentisanog predstavljanja

Sistem zasnovan na pravilima sastoji se od baze znanja, koja sadrži činjenice relevantne za datu stručnu oblast, od pravila za obradu postojećih i izvođenje novih činjenica, kao i od interpretera pravila za upravljanje procesom obrade i izvođenja činjenica.

Svako pravilo se sastoji od dela u kome je naveden uslov (deo AKO), koji određuje u kom slučaju pravilo treba da se primeni, i od dela u kome je dat zaključak (deo ONDA), koji opisuje rezultate, odnosno akcije. Deo u kome je naveden uslov može da se satoji od većeg broja pojedinačnih uslova. Kada svi uslovi određenog pravila budu ocenjeni za "istinito", smatra se da je hipoteza dokazana i prelazi se na izvršenje akcija.

NEXPERT OBJECT daje široku podršku kod formiranja baze znanja. Unošenje pravila se izvodi preko editora pravila (slika 2).



Slika 2. Editor pravila ljuske NEXPERT OBJECT

Uz predstavljanje pravila u obliku teksta i u obliku maske, postoji i grafički način predstavljanja . Predstavljanje zavi- snosti u vidu mreže posebno je pogodno kod simulacije i provere baze znanja, pošto ovaj oblik predstavljanja omogućava da se sa- gledaju međuzavisnosti između pravila i omogućava da se neposre- dno prati stanje i napredovanje procesa obrade znanja.

2.2 Mehanizam zaključivanja

Nad bazom znanja operiše mehanizam zaključivanja, odnosno inferencna komponenta. Zadatak inferencne komponente se sastoji u tome, da kod konkretne postavke problema odabere rele- vantne elemente znanja i da ih poveže u niz zaključaka. Ovaj niz zalkjučaka se, u slučaju konkretne postavke problema, može inte- rpretirati kao niz obrazloženja zahteva u vezi izbora odgovaraju- ćeg elementa (modula) i njegovog raspoređivanja u radni prostor. Ovakav postupak obrade pravila od strane interpretera pravila - označava se kao ciljno orijentisano zaključivanje, nadovezivanje unazad ili kao obrada znanja na bazi hipoteza. Ovde korisnik - usvaja odredenu hipotezu i pokušava, uz pomoć sistema zasnovanog na znanju, da je obrazloži činjenicama koje se mogu dokazati i koje nisu međusobno protivrečne. Ukoliko mu ovo uspe, hipoteza se smatra potvrđenom, dok se u suprotnom slučaju hipoteza odbacuje. Kod ovg ekspertnog sistema seprimenjuju strategije pretraživanja po dubini i po širini. (nazvane još i Depth First - strategi- je).

2.3 Veza čovek - računar

Inferencna komponenta nije u stanju da reši svoj zadatak samostalno. Njoj su potrebne informacije u vezi konkretnog problema. Ove informacije joj u toku procesa rešavanja problema obezbeđuje komponenta za komuniciranje.

Komuniciranje se između korisnika i sistema izvodi preko interaktivne, grafičke korisničke poovršine.

U prvoj fazi postupka projektovanja se upisuju delovi skupa koji treba da se montira na posmatranom radnom mestu za montažu sa svim atributima (predmet rada).

U drugom koraku se unose atributi vezani za proces montaže a u trećem koraku atributi ostalih uticajnih veličina.

U okviru sledećeg koraka se uz pomoć baze znanja može dobiti međurezultat. Posredstvom dijalog-maski planer mora da odgovori sistemu na čitav niz pitanja. Ovde se radi o objektima koji nisu opisani u dovoljnoj meri, te je potrebno obezbediti dopunske informacije u cilju završetka postupka.

Ukoliko postoje svi potrebni uslovi za obradu problema, tj. ukoliko su poznati svi potrebni podaci za inferencioni proces, dobijeni međurezultat se prikazuje u okviru odgovarajućeg prozora.

U okviru protokola zaključaka je sadržano koje su hipoteze potvrđene, a koje su odbačene u toku rada. Vrednosti koje odavde slede unose se u studiju slučaja. Studije slučaja mogu da se memorišu, da se pozivaju i da se kopiraju.

2.4 Komponenta sakupljanja znanja

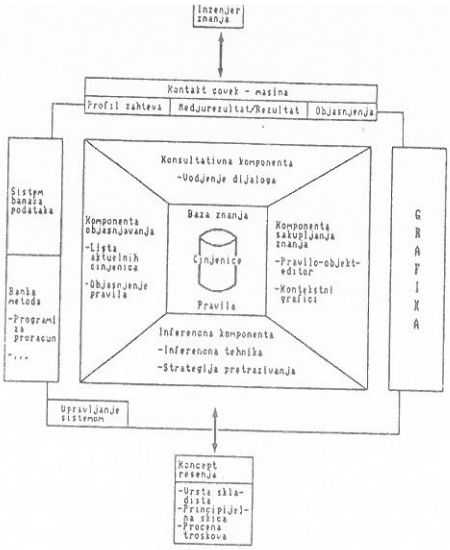
Komponenta sakupljanja znanja služi kao podrška inženjeru znanja pri formalizovanju, unošenju i modifikovanju elemenata znanja u okviru baze znanja.

Ranije su opisani alati i sredstva ljuske NEXPERT OBJECT, kao što su editori, kontekstni garfici i sl. koji služe ovoj svrsi.

2.5 Upravljanje sistemom (Menadžment sistema)

Modul "Menadžment sistema" preuzima na sebe kontrolu i upravljanje pristupom bazama znanja, banci podataka i vođenju korisnika. Menadžment sistema takođe inicira proračun i preuzimanje nedostajućih veličina od eksternih proračunskih modula, bez potrebe da se pri tome prekida proces obrade znanja. Moduli za proračun su sadržani u banci metoda, isto kao i specifične aplikacije.

Na datim osnovama je razvijen ekspertni sistem za proje- ktovanje ručno-mehanizovanih montažnih sistema prema strukturi na slici 3, pri čemu je pre oblikovanja baze znanja izvršena klasi- fikacija i oblikovanje baze podataka za sve elemente montažnih tehnoloških sistema.



Slika 3. Struktura ekspertnog sistema

3. ZAKLJUČCI

Uz pomoć opisanog sistema zasnovanog na znanju, postiže se optimalno iskorišćenje stručnih znanja, akumuliranih na ovom području. Na taj način se sveukupni Know-How, koji se u normalnom slučaju nalazi skoncentrisan kod malog broja eksperata, stavlja na raspolaganje svim ljudima koji se bave projektovanjem monta- žnih sistema.

4. LITERATURA

(1) Bullinger, H.J.;(Hrsg.): Expertensysteme in produktion und Engeneering: IAO-Forum, 25. april 1990 in Stuttgart. Berlin u.a.:Springer, 1990, (IPA-IAO Forchung und Praxis: T; 16).

(2) Ćosić I: Development of a knowledge - based system for the configuration of assembly systems, Stuttgart - Brusseles, 1991.

(3) Ćosić, I.; Milić, D.;Stankovski, S.: Contribution to Development expert System for Designing of Methods and Technological Structures in Assembly, Ohrid, 1989.

(4) Nexpert Reference Manual. Neuron Data Inc. (Hrsg.) Palo Alto, California, USA, 1985.

REVITALIZACIJA PROIZVODNIH PROCESA SA ASPEKTA POVEĆANJA PRODUKTIVNOSTI, FLEKSIBILNOSTI I KVALITETA

Slavko Arsovski, Branislav Jeremić,
Miroslav Babić, Zvonko Djordjević
Mašinski fakultet, Kragujevac

1. UVOD

U oblasti revitalizacije postojećih obradnih sistema simulacija je moćno sredstvo kojim se mogu sagledati efekti revitalizacije "ex ante", tj. pre realizacije procesa revitalizacije. Pri tome se može koristiti veći broj tehnika simulacije. U ovom radu prikazana je tehnika "scenarija" i za različite uslove primene obradnih sistema odredjen je output u obliku produktivnosti i količine proizvedenih delova.

Rezultati simulacije treba da ukažu na efekte ulaganja u različitim oblastima ulaganja rada u proizvodnom sistemu i optimalne puteve revitalizacije.

U radu su pored pregleda metoda simulacije dati i preliminarni rezultati simulacije u domaćim proizvodnim sistemima.

2. PRISTUP SIMULACIJI OČEKIVANIH EFEKATA PRIMENE SISTEMA REVITALIZOVANIH SISTEMA

Simulacija se može primeniti na različite aktivnosti u proizvodnim sistemima. Svi proizvodni sistemi imaju mnogo zajedničkih karakteristika različitih samo u detaljima. Opšta sličnost sistema pruža mogućnost razvoja modela primenjivanih za različite sisteme i delove sistema, kao što su mašine, operatori, manipulacioni sistemi, transportni sistemi, palete, stezni pribori, alati, ili procesi u celini.

To znači da je funkcija cilja:iskazana kao Lagranževa kombinacija nivoa produktivnosti (P),fleksibilnosti (f) i kvaliteta (k).

$$W = \lambda_1 \cdot p + \lambda_2 \cdot f + \lambda_3 \cdot k$$

definisati preko izraza:

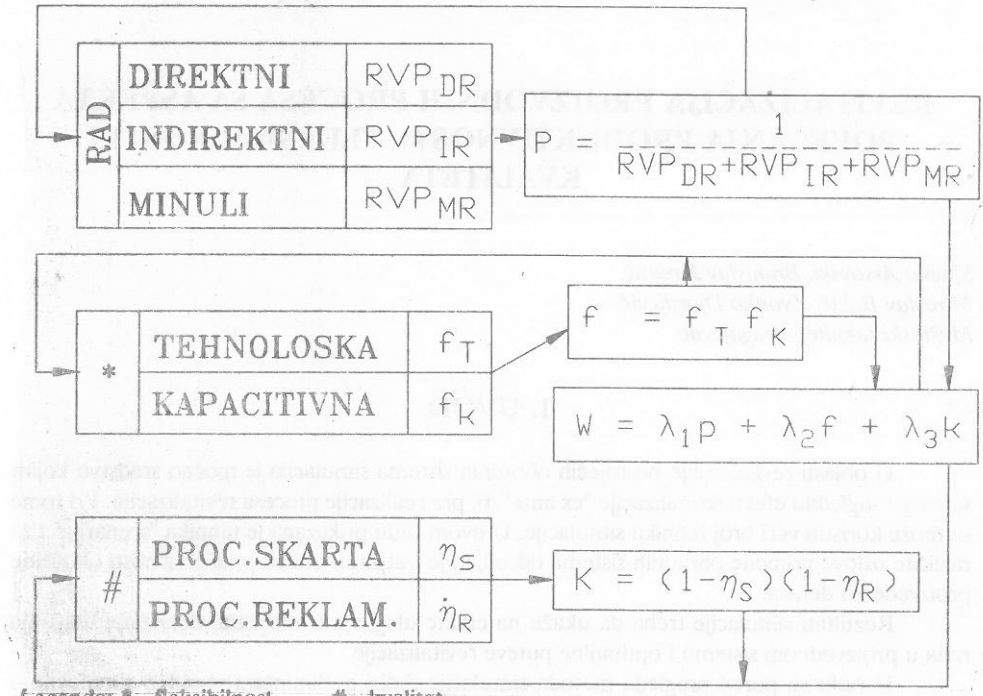
$$k = (1-\eta R)\cdot\frac{N_o - N_s}{N_o} = (1-\eta R)\cdot(1-\frac{N_s}{N_o}) = (1-\eta R)\cdot(1-\frac{\eta_s}{100})$$

gde je:

ηs - procenat škarta obrade

ηR - procenat reklamacija u eksploataciji

Na sl. 1. prikazan je postupak simulacije očekivanih efekata revitalizacije.



Legenda: * - fleksibilnost # - kvalitet

Slika 1.

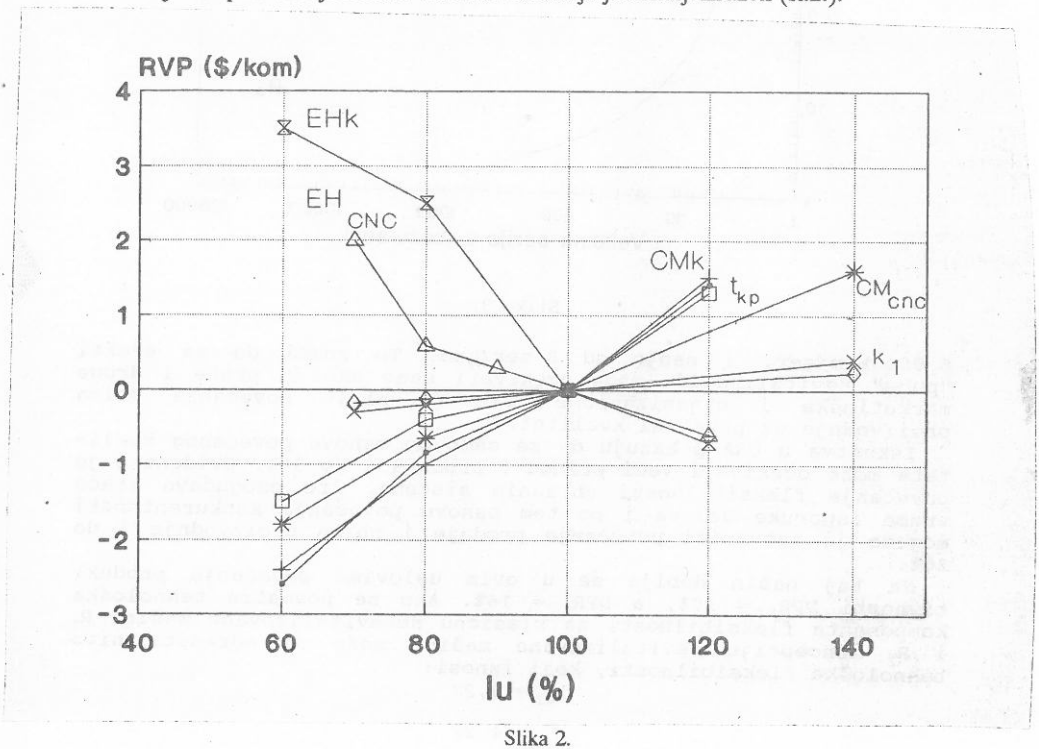
Veličine λ_1, λ_2 i λ_3 zavise od poslovne politike proizvodnog sistema. Ukoliko sistem funkcioniše u uslovima stabilnog tržišta i gde kvalitet nije odlučujući faktor, λ_1 treba da ima veliku vrednost (0,5-0,8). U uslovima nestabilnog tržišta, prethodno važi za 2. Za izuzetno "probirljiva" tržišta (npr. U.S.A.) kvalitet je na prvom mestu i λ_3 treba da ima vrednost (0,4-0,6). Za domaće proizvodne uslove u oblasti prerade metala usvojenoje:

$\lambda_1 = 0{,}5$; $\lambda_2 = 0{,}3$; $\lambda_3 = 0{,}2$

Modeliranjem tehnoloških procesa koji se odvijaju sa postojećom opremom i tehnologijom i alternativnih revitalizovanih procesa pomoću računara, odredjene su vrednosti funkcije cilja W. Povratna sprega se obezbedjuje rangiranjem uticajnih veličina i analizom načina za optimizaciju u ovoj oblasti.

Najveći uticaj na produktivnost obradnog sistema imaju cena mašine (CM), broj efektivnih časova rada mašine godišnje (EH), skraćenje vremena izrade (t_k) smanjenjem pomoćnog, pripremno-završnog i dodatnog vremena, kamatna stopa (KS), učešće sopstvenih sredstava pri nabavci opreme (PU).

Manji stepen uticaja na produktivnost rada ima vrednost bruto ličnih dohodaka radnika, veličina serije, a još manji veličina škarta, vreme zamene alata, vreme kontrole i troškovi održava-nja. Stepen uticaja ostalih ulaznih veličina je još manjeizražen (sl.2.).

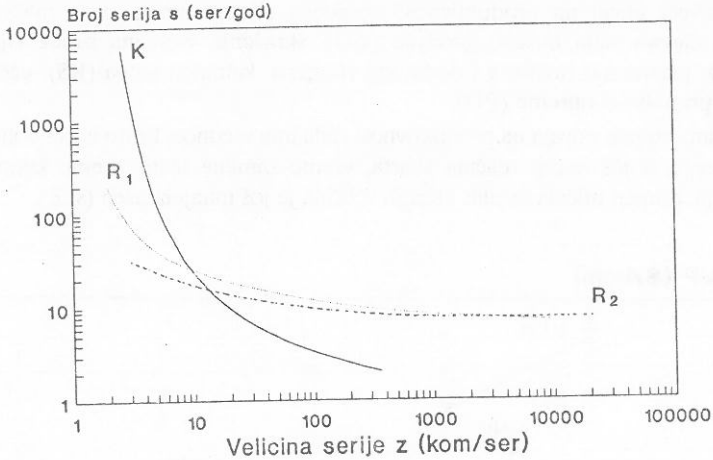


Slika 2.

Za jednostavniji slučaj simulacije produktivnosti glodalice FGS-25 i revitalizovane glodalice sa različitim vrednostima 5, 6. i 7. digita u smislu uvodjenja CNC upravljačkog sistema, 2 upravljane ose i povećanje radne tačnosti u opsegu0,005-0,010 mm.

Ako je knjigovodstvena vrednost glodalice FGS-25, proizvodnje MZT, Skoplje, jednaka 10.000 USD, a ulaganja ukupno iznose 150.000 USD, pa je ukupna vrednost revitalizovane mašine oko 45.000.000 din.

Rezultati simulacije prikazani su na sl.3 i to za "klasičnu" novu glodalicu (K), delimično revitalizovanu glodalicu (indeks R_1) i celosti revitalizovanu glodalicu (indeks R_2).
U zavisnosti od proizvodnih uslova povećanje produktivnosti se može ostvariti primenom rešenja R u oblasti veličine serija z = 20 do z = 6.500 kom/ser ili rešenja R sa veličinom serije veće od



Slika 3.

6.500 kom/ser. i manje od 8 ser/god. To znači da se efekti "pune" revitalizacije mogu očekivati samo ako ih prate i druge marketinške i organizacione mere u smislu povećanja obima proizvodnje uz povećani kvalitet.

Iskustva u USA pokazuju da se samo po osnovu povećanog kvaliteta može očekivati veći prihod i prodaja i do 30%. Evidentno je povećanje fleksibilnosti obradnih sistema, što omogućava kraće vreme isporuke delova i po tom osnovu povećanja konkurentnosti moguće je ostvariti povećanje prodaje i obima proizvodnje i do 20%.

Na taj način dobija se u ovim uslovima povećanje produktivnosti DPR_1 = 10%, a DPR_1 = 16%. Ako se posmatra tehnološka komponenta fleksibilnosti za klasičnu nerevitalizovanu mašinu R_1 i R_2 koncepciju revitalizovane mašine može se odrediti nivo tehnološke fleksibilnosti, koji iznosi:

$$f_{kl} = 0,27$$

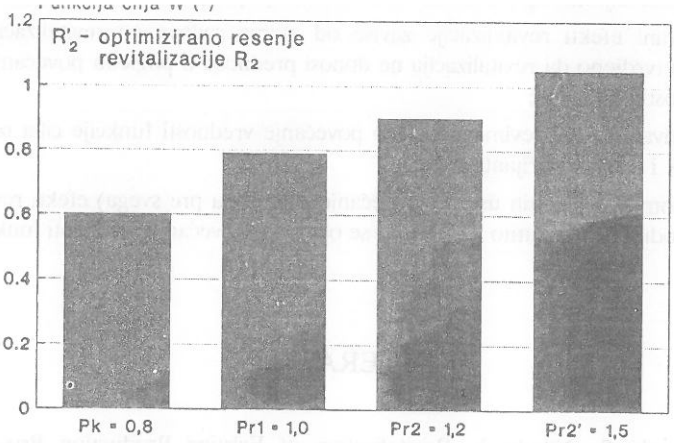
$$f_{R_1} = 4,27$$

$$f_{R_2} = 4,38$$

S obzirom na povećanje obima proizvodnje u varijanti R_1 i R_2 predvidjen je rad u 2 i 3 smene, pa se može uzeti da je kapacitivna komponenta fleksibilnosti približno jednaka i iznosi f = 0,7.

U oblasti kvaliteta utvrdjeni su sledeći odnosi:

- *za k*: $\eta_s = 0,8\%$, $\eta_R = 2\%$
- *za* R_1: $\eta_s = 0,1\%$, $\eta_R = 1\%$
- *za* R_2: $\eta_s = 0,1\%$, $\eta_R = 1\%$



Slika 4.

pa vrednost funkcije cilja iznosi:

$$W_k = 0,5 \cdot P_k + 0,3 \cdot f_k + 0,2 \cdot K_k = \\ = 0,5 \cdot P_k + 0,3 \cdot 0,27 \cdot 0,7 + 0,2 \cdot 0,972 = \\ = 0,5 \cdot P_k + 0,2511$$

$$W_{R_1} = 0,5 \cdot P_{R_1} + 0,3 \cdot f_{R_1} + 0,2 \cdot K_{R_1} = \\ = 0,5 \cdot P_{R_1} + 0,3 \cdot 0,427 \cdot 0,7 + 0,2 \cdot 0,989 = \\ = 0,5 \cdot P_{R_1} + 0,28747$$

$$W_{R_2} = 0,5 \cdot P_{R_2} + 0,3 \cdot f_{R_2} + 0,2 \cdot K_{R_2} = \\ = 0,5 \cdot P_{R_2} + 0,3 \cdot 0,438 \cdot 0,7 + 0,2 \cdot 0,989 = \\ = 0,5 \cdot P_{R_2} + 0,28978$$

Na sl.4 prikazana je vrednost funkcije cilja.

Za izradu reprezentativnog dela "X" na ovim mašinama tržište valorizuje produktivnost na nivou izmedju P_1 i P_2, što znači da je za ove proizvodne uslove optimalni pravac revitalizacije sa aspekta produktivnosti, fleksibilnosti i kvaliteta se odnosi na varijantu R_1 (revitalizacija tribomehaničkih, pogonskih i upravljačkih sistema).

4. ZAKLJUČCI

Iz izloženog se mogu izvući sledeći zaključci:

- analizom strukture funkcije cilja mogu se utvrditi rangovi uticaja svih faktora produktivnosti, fleksibilnosti i kvaliteta;
- u datim proizvodnim uslovima i za dati tržišno valorizovani nivo produktivnosti varijanta R koja obuhvata revitalizaciju triboloških sistema, pogonskih i upravljačkih ima prioritet;

- za efikasniji pristup ka modelu celishodno je primeniti varijantu R revitalizacije;

- očekivani efekti revitalizacije zavise od obima radova na revitalizaciji. U nekim slučajevima je utvrdjeno da revitalizacija ne donosi prednosti u pogledu povećanja produktivnosti, fleksibilnosti i kvaliteta;

- u ispitivanim slučajevima prosečno povećanje vrednosti funkcije cilja iznosi 15% sa upravljačkom R i 20% sa varijantom R ;

- izmenom proizvodnih uslova (povećanje cene rada pre svega) efekti revalorizacije u narednom periodu će biti znatno veći. Može se očekivati povećanje vrednosti funkcije cilja i do 40%.

5. LITERATURA

1. Arsovski S., Nikolić I., Revitalization of Existing Production Processes trough Introduction of the Industrial Robots, IV World Conference on Robotics Research, Pit-tsburgh, Pennsylvania, USA, 1991.

2. Arsovski S., Produktivnost proizvodnih sistema u industriji prerade metala u funkciji primene NC i CNC tehnologija, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1986.

3. Riggs J., Felix G., Productivity by Objectives, Prentic Halls Englewood, New Jersey, 1983.

4. Shewchuk J., Justifying Flexible Automation, American Machinist, october 1984, s.93-96.

5. Owen J., Justifying Manufacturing Flexibility, Manufacturing Engineering, March, 1991, s 65-70.

6. Ito J., Evaluation of FMS: State of the ART Regarding How to Evaluate System Flexibility, Robotics & Computer Integrated Manufacturing, Vol. 3, No 3., 1987, s.327-334.

7. Bolwijn P. et all, Flexible Manufacturing - Integradting Technological and Social Innovation, Elsevier Press, Amsterdam, 1986.

Abstract:

Existing production processes are designed in accord with requirements imposed by market in past. Changed conditions on the market require change or revitalization of production processes, and above all, in order to increase productivity, flexibility and quality of production processes.

In this paper are given the fundamentals of the model of productivity, flexibility and quality, and defined are the common goal function. For the tested specimen determined is the level of technological solutions, which represents basis for obtaining the optimal direction and dinamics of revitalization of the existing production processes.

LOLA - IBM CIM REŠENJE ZA INDUSTRIJSKO PREDUZEĆE

Ilija Drakulić, dipl. ing., saradnik
Jordan Rajić, dipl. ing., viši saradnik,
Mr Radoslav Stanković, dipl. ing., saradnik-istraživač,
Mr. Velimir Komadinić, dipl. ing., saradnik istraživač
LOLA INSTITUT, Kneza Višeslava 70a, 11030 Beograd

Abscract

This work describes applied metodology and results of two years long collaboration between LOLA INSTITUTE and IBM on the field of development and implementation of CIM solution. The first part of the work is story about model of typical and traditonal manufacturing enterprise, where its functional business areas and functions of common entrprise support are recognized. The second part presents LOLA-IBM CIM solution for manufacturing enterprise, where CIM architecture, as a core of CIM concept, and set of requirements for integration, addressed to this CIM architecture, are emphasised. The third part describes demonstration of 'a day in the life' of CIM enterprise in CIM lab of LOLA INSTITUTE.

MODEL TIPIČNOG KONVENCIONALNOG INDUSTRIJSKOG PREDUZEĆA

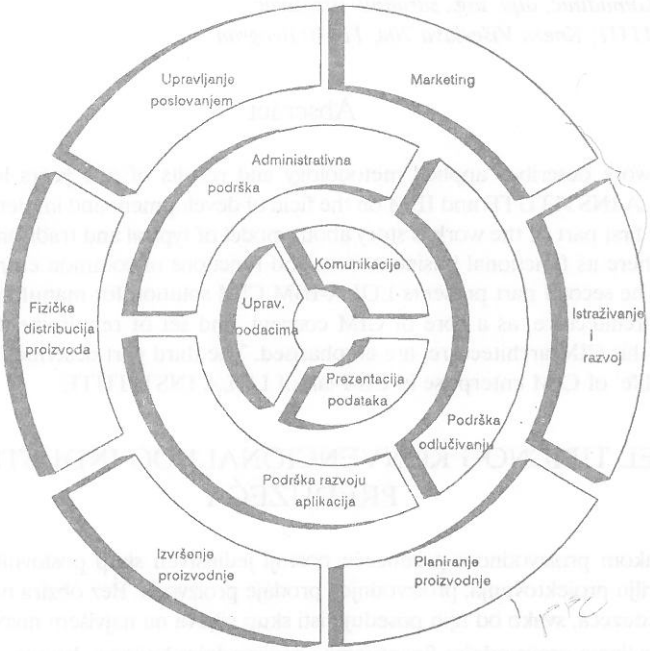
U svakom proizvodnom preduzeću postoji jedinstven skup poslovnih procesa koji se izvršavaju u cilju projektovanja, proizvodnje i prodaje proizvoda. Bez obzira na sve specifičnosti pojedinih preduzeća, svako od njih poseduje isti skup ciljeva na najvišem nivou, kao što su:

- upravljanje proizvodnim finansijama i proizvodnim knjigovodstvom
- razvoj programskih smernica i finansijskih planova preduzeća
- razvoj i projektovanje proizvoda i proizvodnih procesa
- upravljanje izvršenjem proizvodnih procesa
- upravljanje spoljnim zahtevima

Filosofija kompjuterom integrisane proizvodnje (CIM-a) podrazumeva angažovanje savremenih tehnoloških rešenja, u oblasti informacionih sistema, radi integralnog postizanja

turom, funkcije upravljanja i izvršenja određenih poslova su podeljene u posebne celine, gde svaka od tih celina ima sopstvene ciljeve, odgovornosti, resuse i alate za ostvarenje maksimalne produktivnosti. CIM preduzeće se od konvencionalnog preduzeća razlikuje pre svega po tome što su dejstva pojedinih funkcionalnih celina usklađena, dok se u konvencionalnom preduzeću redovno javljaju preklapanja funkcija između njegovih izolovanih 'ostrva'. Radi potpunog razumevanja ove činjenice, neophodno je ispitati i videti kako različite funkcionalne celine rade - nezavisno i jedna sa drugom. Dakle, prvi korak u realizaciji CIM koncepta jednog konvencionalnog industrijskog preduzeća jeste definicija modela tog preduzeća kao sistema, odnosno definisanje njegovih funkcionalnih celina kao podsistema. Sam proces modeliranja olakšaće prepoznavanje poslova koji se ponavljaju, koji nisu neophodni, ili onih koji su neophodni ali su izostavljeni.

Model industrijskog preduzeća izložen u ovom radu je model prihvaćen kao osnova jedinstvene CIM strategije multinacionalne kompanije IBM.



Slika 1: Industrijsko preduzeće

Da bi se ilustrovao model preduzeća, fabrika je predstavljena spoljnim kružnim prstenom, koji u sebi sadrži sve funkcionalne celine proizvodnog preduzeća (slika 1). S obzirom na raspoloživi prostor, ovde se neće detaljno razmatrati svaka od funkcionalnih celina, sa podsistemima, ulazima i izlazima, već će se ukratko dati samo njihov opšti opis. Te celine su:

obrada poruđžbina kupaca;

- istraživanje i razvoj, gde se vrši istraživanje novih materijala, proizvoda i tehnoloških postupaka, razvoj proizvoda, razvoj proizvodnih procesa, razvoj kapaciteta, upravljanje uvođenjem novih proizvoda, i rukovođenje razvojem;

- planiranje proizvodnje, koje obuhvata globalno planiranje proizvodnje, planiranje materijala i planiranje resursa, nabavku, i plan lansiranja proizvodnje;

- izvršenje proizvodnje, gde se vrši upravljanje proizvodnjom, prijem materijala, skladištenje, izvršenje obradnih procesa, kontrole kvaliteta, unutrašnjeg transporta, isporuke proizvoda, održavanja pogona, i servisa pogona;

- fizička distribucija proizvoda, gde se vrši planiranje i izvođenje fizičke distribucije;

- upravljanje poslovanjem, gde je obuhvaćeno upravljanje finansijskim resursima, knjigovodstvo, planiranje i upravljanje poslovanjem, i opšti poslovi.

Ono što je još značajno napomenuti, je da je većina ovako izloženih funkcionalnih celina zaista primenjiva na sve tipove proizvodnih preduzeća. Međutim, postoje izvesne razlike u oblastima istraživanja i razvoja, planiranja proizvodnje i izvršenja proizvodnje, zavisno od tipa proizvodnje, tj. da li je ona diskretna ili kontinualna.

NIVO ZAJEDNIČKE PODRŠKE PREDUZEĆU

Pored posedovanja navedenih funkcionalnih celina, karakteristika svakog proizvodnog preduzeća je i posedovanje funkcija čiji je prevashodan cilj podrška svake od tih celina. Model konvencionalnog industrijskog preduzeća biće zaokružen predstavljanjem tih funkcija zajedničke podrške. Odnos funkcionalnih celina preduzeća i funkcija zajedničke podrške ilustrovan je na slici 1, srednjim prstenom. Ovaj prsten, dakle, predstavlja nivo preduzeća na kome se odvijaju procesi podrške u pristupanju, sumiranju, izdvajanju i analizi podataka neophodnih za izvršenje osnovnih funkcija preduzeća. Tri segmenta ovog prstena predstavljaju:

- administrativnu podršku, koja pruža opštu poslovnu, ili kancelarijsku, podršku - od kreiranja dokumenata do komuniciranja sa dobavljačima, odnosno od zakazivanja sastanaka do dostavljanja pripremljenih podataka za praćenje finansija;

- podršku odlučivanju, koja izdvaja i prezentuje ključne podatke neophodne onim zaposlenima u preduzeću koji donose odluke, bilo da su oni u najvišem rukovodstvu, bilo da su u odeljenju konstruisanja;

- podršku razvoju aplikacija, koja kreira aplikacije neophodne za skladno i efikasnog funkcionisanja svih celina preduzeća.

Prepoznavanje ovih funkcija unutar realnog konvencionalnog preduzeća je od ključnog značaja za njegovu transformaciju u CIM preduzeće. Korišćenjem alata kao što su elektronska pošta, jezici za upite, poslovna grafika, alata za pripremu i razmenu dokumenata, veštačke inteligencije i ekspertnih sistema, osoblje u CIM preduzeću može daleko efikasnije da integriše ove funkcije podrške, a time i ukupno poslovanje.

Uslov za razvoj sveobuhvatne CIM strategije je CIM arhitektura. Ona, u suštini, predstavlja strukturu informacionog sistema, koji omogućava integraciju informacionih i poslovnih procesa u industrijskom preduzeću. Ovo se ostvaruje, prvo, uspostavljanjem pravaca kojima će teći integrisanje, i drugo, definisanjem veza između onoga što koristi i onoga što izvršava ovu funkciju integracije.

Na slici 1, CIM arhitektura je predstavljena unutrašnjim prstenom sa ciljem da se naglasi da je ona jezgro CIM preduzeća. Na taj način se naglašava da CIM preduzeće mora biti prožeto sopstvenim informacionim sistemom od zajedničkih funkcija tog preduzeća, do visoko specijalizovanih poslovnih procesa. S obzirom da je informaciono okruženje industrijskog preduzeća podložno učestalim promenama, pred CIM arhitekturu se postavlja zahtev za fleksibilnom strukturom informacionog sistema preduzeća. Ova fleksibilna struktura zasniva se na tri ključna elementa CIM arhitekture (segmenta unutrašnjeg prstena, slika 1):

- komunikacije - komunikacija i distribucija podataka;
- upravljanje podacima - definisanje, pohranjivanje i korišćenje podataka;
- prezentacija podataka - prezentiranje podataka osoblju i uređajima unutar preduzeća.

KOMUNIKACIJE U CIM OKRUŽENJU

Komunikacije - ili dostavljanje podataka ljudima sistemima i uređajima, su kritični aspekat CIM arhitekture. Ovo je posledica činjenice da industrijsko okruženje obuhvata širok spektar različitih računarskih sistema, tehnologija, arhitektura sistema, operativnih sistema i aplikacija, što jako otežava međusobne komunikacije ljudi i mašina, naročito ukoliko je reč o različitim opisima i formatima podataka.

Zahtevi koji se postavljaju pred komunikacioni sistem CIM preduzeća su, dakle, mogućnost prenosa širokog opsega podataka, od velikih grupa podataka (tzv. 'batch'-eva, za na pr. projektovanje, ili planiranje), do jednobitnih poruka (na pr. sa uređaja iz pogona), i mogućnost podržavanja mnogo različitih tipova veza i protokola, što je naročito bitno u slučajevima kada je vreme odziva kritično (na pr. kod obrade signala u procesnoj industriji).

UPRAVLJANJE PODACIMA U CIM OKRUŽENJU

Upravljanje podacima (Data Management - DM) se pre svega odnosi na to kako je podatak definisan, u kakvoj su vezi (relaciji) različiti elementi podatka, kako je i gde podatak pohranjen, i ko ima pristupa podatku. Slično komunikacijama, upravljanje podacima je kritični aspekat CIM arhitekture zbog velikog broja različitih baza podataka, formata, tehnika pohranjivanja i tehnika pristupa podacima.

Podsistem upravljanja podacima definiše i beleži lokaciju pohranjivanja podatka, koga koriste ili kreiraju poslovne funkcije preduzeća, i omogućava korisnicima da dođu do željenog podatka, bez potrebe za znanjem o lokaciji pohranjivanja podataka.

vanja podataka:

- funkcije podataka o podacima (Data Repository)
- funkcije baze podataka preduzeća (Data Store), i
- funkcije lokalnih datoteka (Local Data Files).

PREZENTACIJA PODATAKA U CIM OKRUŽENJU

Prezentacija podatka podrazumeva tako definisanje oblika tog podatka, da bude prihvatljiv za korisnika, bilo da je taj korisnik čovek ili mašina. Znači, pored definicije podatka, neophodan uslov da on bude upotrebljiv je i definicija formata ekrana ili nekog drugog medija prilagođenog čulima ili senzorima korisnika.

U savremenim uslovima, prezentacija podataka se vrši na ekranima koji su, pak, bazirani na različitim tehnologijama, tako da se isti podaci tretiraju na različit način, s obzirom na aplikaciju koja podatak predstavlja i radnu stanicu korisnika. Stoga, aplikacija mora biti sposobna da pristupi zajedničkim podacima, prikupi one koje zahteva korisnik, i smesti u zadati format za prezentaciju korisniku.

ZAHTEVI ZA INTEGRACIJU

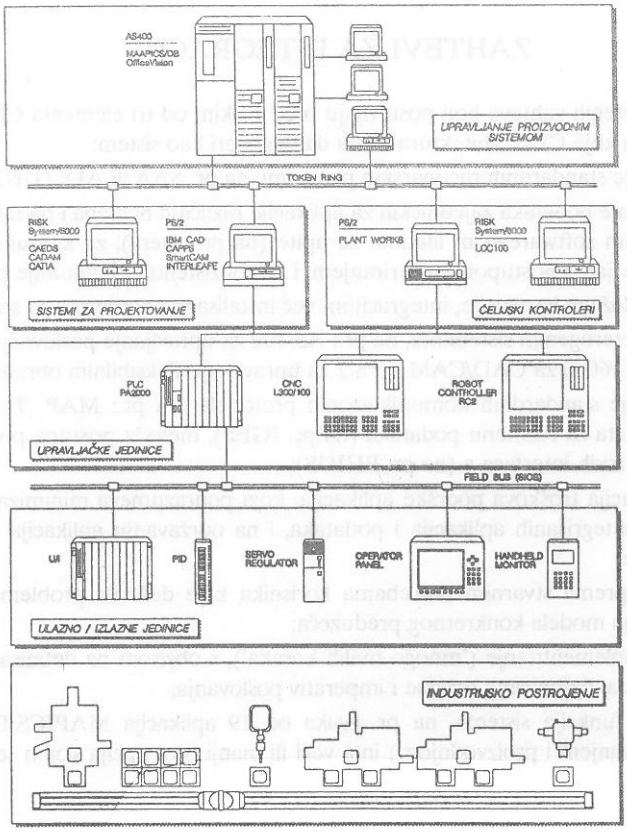
Pored izloženih zahteva koji postavljaju pred svakim od tri elementa CIM arhitekture, postoje zahtevi na koje CIM arhitektura mora da odgovori kao sistem:

- korišćenje standardnih računarskih platformi, na pr. SAA ili AIX (UNIX);
- integrisanje podataka zajedničkih za aplikacije različitih namena i na različitim platformama, savremenim software-skim alatima za upite (na pr. query), za komuniciranje (na pr. TCP/IP), za upravljanje pristupom i ažuriranjem, i za konzistentno definisanje podataka;
- zaštita uložene investicije, integracijom već instalisanog hardware-a i software-a;
- rad sa heterogenim sistemima, na pr.: AS/400 za upravljanje poslovanjem i planiranje proizvodnje, RISC/6000 za CAD/CAM, i PS/2 za upravljanje fleksibilnim obradnim sistemima;
- korišćenje standardnih komunikacionih protokola (na pr.: MAP, Token-Ring, ETHERNET), formata za razmenu podataka (na pr. IGES), metoda pristupa podacima (na pr. SQL), i programerskih interface-a (na pr. PHIGS);
- minimizacija troškova podrške aplikacija, koja podrazumeva minimizaciju vremena i rada na razvoju integrisanih aplikacija i podataka, i na održavanju aplikacija na nivou koga zahteva okruženje;
- rešenje prema stvarnim potrebama korisnika koje definišu problemi prepoznati u procesu definisanja modela konkretnog preduzeća;
- fazno implementiranje ('mnogo malih koraka'), s obzirom na definisane prioritete u rešavanju problema, ograničene resurse i imperativ poslovanja;
- izborne funkcije sistema, na pr. svaka od 19 aplikacija MAPICS/DB (paketa za upravljanje poslovanjem i proizvodnjom) ima veći ili manji broj opcija kojim se prilagođavaju sistemu;

- poboljšati proces poslovanja, ili, drugim rečima, investicija u implementiranje CIM rešenja, koje se ogleda u integralnom informacionom sistemu za podršku usklađenom dejstvu poslovnih funkcija i automatizovanim poslovnim procesima, mora da minimizira vreme odziva na potračnju kupaca, da smanji nivo zaliha, smanji troškove proizvodnje, ili da, u predviđenom vremenu, postigne postigne neki drugi postavljeni cilj.

LOLA-IBM CIM REŠENJE

Saradnja ILR holding korporacije i multinacionalne kompanije IBM teče od sredine 1990. godine. Najznačajniji vid i rezultat te saradnje je ustanovljenje kompetentnog IBM CIM centra u okviru LOLA INSTITUTA, koji je prvi, i za sada jedini, takav centar u istočnoj Evropi. U tom centru je formiran tim inženjera različitih profila, osposbljen da primeni izloženu metodologiju implementacije CIM-a, uključujući, pored, dakle, vođenja projekta implementacije, i obrazovanje kadrova. Drugi, ne manje značajan, vid saradnje je uključenje dostignuća ILR-ovih inženjera u oblasti fleksibilnih tehnoloških sistema (FMS) u CIM rešenje, čime će ono biti potpuno zaokruženo. Ovo je ilustrovano slikom 2.



Slika 2: LOLA-IBM CIM rešenje

Tabela 1

Plan implementacije CIM-a / Postignuti rezultati	Tehnologija																	
	Odlučivanje	Trendovi/An.	Komunikacije	Finans./Analize	Knjigovodstvo	Crtanje	Projektovanje	Publikacije	Zaliha	Porudžbine	Nabavka/An.	Planiranje	Prodaja/An.	Proizvodnja	Predvidjanje	Data Collect.	NC	Statistika
Skraćen ciklus razvoja						A	B											
Smanjenje zaliha		B	B						A	A		A						
Bolje iskorišćenje prostora									B			A			C			
Smanjenje zastarelih zaliha	C	C	C				C	C	C			A			C			
Ubrzan protok materijala									A	A		A		B		C		
Smanjenje povraćaja od kupca		C				A	C		B	A								
Smanjenje povraćaja dobavljaču		C					B				C							
Smanjenje škarta	C	C					C										C	C
Redje izmene termina		C							B	A	C	A		B	C			
Smanjenje pripremnog vremena											C					C		C
Smanjen obim papirologije			B						B	A		A		B		C		
Poboljšan odziv kupcima		C	B			A			A	A	C	A	B	B				
Pouzdanost isporuke						A	B		A	A		A	B	B	C			
Bolje kontrolisanje gotovine	C	B	B	A	A				A	A		A				C		
Bolja kalkulacija troškova				A						A				B		C		
Bolje budžetiranje	C			A					A	A		A	A	B	C			
Bolje angažovanje sredstava		B	B	A	A						C	A		B	C	C		

Legend

A - 198

B - 198

C - 198

CIM DEMO LABORATORIJA

CIM DEMO laboratorija je sastavni deo CIM centra u LOLA INSTITUTU. Prevashodna svrha ove laboratorije je propaganda, kako svakog od primenjenih hardware-a i software-a, tako i CIM rešenja kao celine, ali laboratorija ima i svoju obrazovnu misiju. Laboratorija je kreirana i izvedena u saradnji sa Chattanooga State Tecnical Community College iz američke države Tenesi.

Demonstracije se održavaju redovno, ali i po zahtevu zainteresovanih. Auditorijum obično čine najviši rukovodioci preduzeća, rukovodioci pojedinih sektora, glavni projektanti proizvoda i tehnologije, i projektanti informacionih sistema. Već je nagovešteno da je cilj demonstracije dokaz da je CIM ostvariv primenom savremnih tehnoloških rešenja koja su raspoloživa na tržištu. Sama demonstracija ima tri celine. U njenom uvodnom delu postavlja se model preduzeća, koje se iz konvencionalnog transformisalo u CIM preduzeće. Prezentiraju se njegova veličina, organizaciona struktura, tip proizvodnje i hronika poslovnog uspeha u zadnje četiri godine, neposredno pre implementacije CIM rešenja. Posebno se naglašavaju prepoznati problemi, i dinamička matrica tehnologija/postignuti rezultati (tabela 1). Zatim 'živi model' CIM preduzeća pred auditorijumom obavlja svoje poslove koristeći raspoloživ hardware i software. Na kraju se prezentiraju poslovni rezultati preduzeća u godinama posle početka implementacije CIM rešenja. Treba na kraju reći da je ovakav model CIM rešenja kreiran na osnovu stvarnih rezultata u američkoj privredi u periodu od 1985. do 1990. godine.

LITERATURA

1. IBM - International Business Machines Corporation: Computer Integrated Manufacturing - The CIM Enterprise, G320-9802-00, USA, 1989.

2. Chattanooga State Tecnical Community College: CIM Demonstration

NEKI PROBLEMI RAČUNARSKE INTEGRACIJE FUNKCIJE PRIPREME PROIZVODNJE U CIM OKRUŽENJU

mr Cvijan Krsmanović, dipl.inž. *
Boris Vukić, dipl.inž. **

1 UVODNE NAPOMENE

Ideja računarske integracije proizvodnje i čitav niz teorijskih pa i praktično realizovanih modela računarom integrisane proizvodnje vezani su sa nizom otvorenih pitanja i ozbiljnih problema. Ta pitanja i problemi se pojavljuju u širokom rasponu od ostvarivanja stvarnog i funkcionalnog integriteta proizvodnog sistema podržanog sredstvima informacione tehnologije do vremenske sinhronizacije izvršavanja pojedinih proizvodno-poslovnih funkcija i procesa u sistemu uz mnoštvo komplikacija vezanih za tehničku realizaciju pripadajućih struktura podataka, programskih struktura i komunikacija u sistemu.

Izvestan broj problema koji se javljaju u projektovanju, izgradnji i eksploataciji računarom integrisanih proizvodnih sistema je sasvim objektivne prirode i rezultat je tehničko-tehnoloških ograničenja tehnoloških sredstava i sredstava informacione tehnologije primenjenih za informacionu podršku i integraciju procesa rada, ali postoji i druga grupa problema koji nastaju kao posledica pogleda na pitanje računarske integracije proizvodnje i pojedinih funkcija u okviru proizvodnje. Karakteristični pogledi na pitanja integracije proizvodnje i proizvodnih funkcija su pogledi proizvodnih inženjera i pogledi informatičkih inženjera koji su se u prirodnom procesu integracije našli na jednom jedinstvenom zadatku sa mišljenjima i stavovima koji nisu u potpunosti kompatibilni, a u određenoj meri su i u suprotnosti.

Pogled proizvodnog inženjera karakteriše težnja ka što višem stepenu sinhronizacije i integracije tokova i procesa u sistemu sa što manjim gubitkom resursa (prevashodno vremenskih) i što većom mogućnošću držanja procesa i tokova pod kontrolom uz ozbiljnu banalizaciju mesta, uloge i značaja informatičkih sredstava koja to, faktički, omogućuju.

---

* *mr Cvijan Krsmanović, dipl.inž., Fakultet tehničkih nauka, Institut za industrijske sisteme, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića br. 7*
** *Boris Vukić, dipl.inž., Fakultet tehničkih nauka, Institut za industrijske sisteme, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 7*

tehnologije u principu može obezbediti svaki pa i najbizarniji zahtev za informacijom o tokovima i procesima u sistemu, ali u značajnoj meri zanemaruje tehnološke i organizacione zakonitosti po kojima se oni događaju u okvirima proizvodnog sistema.

Zbog toga, a i zbog niza drugih detalja signifikantnih za realizaciju ideje računarske integracije proizvodnje o kojima će takođe biti govora u radu, zahvat integracije proizvodnih tokova i procesa je veoma delikatan, a njegovo izučavanje u problemskom smislu može biti veoma korisno.

2 MESTO I ULOGA PRIPREME PROIZVODNJE U KONCEPTU RAČUNAROM INTEGRISANOG PROIZVODNOG SISTEMA

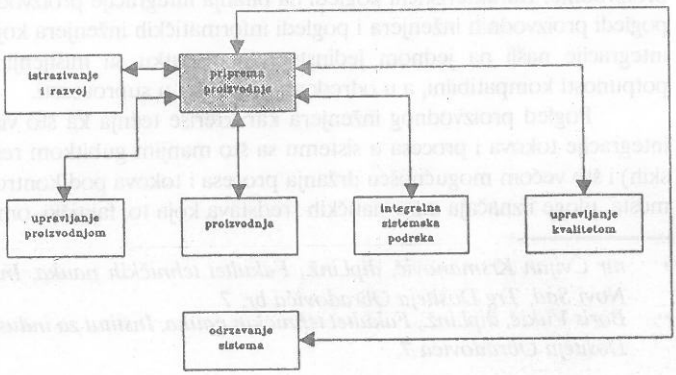
Najveći broj istraživača koji su se bavili i bave se izučavanjem elemenata i principa računarske integracije proizvodnje je saglasan da CIM koncept, u svojoj osnovi, obuhvata:

- automatizaciju svih ili skupa odabranih proizvodnih i ka proizvodnji orijentisanih procesa u sistemu i
- računarsku integraciju računarom podržanih procesa u okviru pojedinih proizvodnih funkcija te računarsku integraciju proizvodnih funkcija u sistemu.

Ako se takvom gledištu dodaju još i sasvim nesporne činjenice da se :

- automatizacija proizvodnih procesa i funkcija kao i njihova računarska integracija vrše u informacionom prostoru (automatizacijom i integracijom tokova informacija uz primenu sredstava informacione tehnologije) i da
- funkcija pripreme proizvodnje predstavlja centralni i osnovni izvor informacija neophodnih za uspostavljanje, izvršavanje i kontrolu proizvodnih tokova,

tada je sasvim jasno da u CIM konceptu proizvodnje (slično kao i u konvencionalnim) funkcija pripreme proizvodnje zauzima jedno od centralnih mesta i igra vrlo značajnu ulogu. Ilustracija mesta funkcije pripreme proizvodnje u strukturnom i funkcionalnom kon- tekstu proizvodnog sistema data je slikom 2.1, a njen značaj je dovoljno ilustrovati činjenicom da u rezultatu njenog izvršavanja nastaje najveći deo ili, praktično, kompletan segment baze podataka trajne vrednosti (statički segment baze podataka) informacionog sistema računarom integrisanog proizvodnog sistema koji predstavlja jednu od ključnih pretpostavki za egzistenciju CIM koncepta [4].



Slika 2.1 Mesto i uloga funkcije pripreme proizvodnje u industrijskom proizvodnom sistemu

proizvodnje u industrijskim proizvodnim sistemima spada u red najsloženijih i obuhvata konstruktivnu, tehnološku i operativnu pripremu procesa rada, a budući da se operativna priprema procesa rada veoma često uvrštava u procese rada u okviru funkcije upravljanja proizvodnjom I3I, u okvirima ovog rada će predmet analize biti onaj deo funkcije pripreme proizvodnje koji obuhvata procese rada u konstruktivnoj i tehnološkoj pripremi, njegova automatizacija i računarska integracija.

3 INTERNI ZAHTEVI I PROBLEMI INTEGRACIJE PROCESA U OKVIRU FUNKCIJE PRIPREME PROIZVODNJE

Automatizacija procesa rada u sklopu funkcije pripreme proizvodnje i njihova računarska integracija, prema osnovnim postulatima iskazanim u prethodnom poglavlju rada, u kontekstu računarom integrisane proizvodnje podrazumeva ispunjenje izvesnih zahteva čiji domet ne premašuje granice funkcije pripreme proizvodnje i koji bi se mogli sistematizovati prema sledećem:

- delimična ili potpuna automatizacija postupaka u konstruisanju predmeta rada (proizvoda i komponenti) i dokumentovanja rezultata konstruisanja kao polazišta za utvrđivanje tehnologije njegove izrade odnosno montaže,
- delimična ili potpuna automatizacija definisanja mogućih struktura postupaka rada u obradi i montaži kao podloga za izbor i optimizaciju tokova u proizvodnji i dokumentovanje odabranih postupaka rada ukoliko za dokumentima te vrste postoji potreba,
- delimična ili potpuna automatizacija izrade upravljačkih programa za tehnološke sisteme sa NC i CNC upravljanjem u okviru tehnoloških postupaka koji predviđaju njihovu utilizaciju i njihovog dokumentovanja u skladu sa potrebama za dokumentima te vrste,
- automatizacija postupaka razmene informacija između pojedinih procesa rada koji su međusobno evidentno tehnološki povezani i između kojih postoji značajan stepen uslovljenosti (bez krajnjeg rezultata jednog procesa nije moguće započeti drugi).

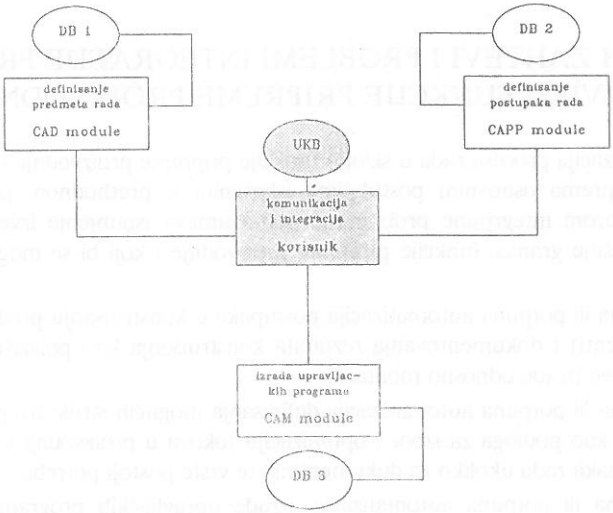
Zadovoljenje osnovnih i njima srodnih zahteva koji nastaju u okvirima funkcije pripreme proizvodnje je danas moguće ostvariti posredstvom primene programskih rešenja iz domena CA (Computer Aided) tehnologija, a opšti model funkcionisanja jednog takvog globalnog rešenja je pokazan na slici 3.1 koja odslikava najviše primenjivani model u razvoju i izgradnji računarom integrisanih proizvodnih sistema i funkcije pripreme proizvodnje.

Već sasvim površnom analizom ovog modela funkcionisanja automatizovane pripreme proizvodnje moguće je utvrditi da njegovi pojedini detalji nisu logički, tehnološki i informatički dovršeni i da predstavljaju potencijalni ili faktički izvor nemalih problema.

Prvi i sasvim logičan problem proizilazi iz činjenice da svaka od programskih struktura za podršku pojedinim postupcima rada bazira na sopstvenoj bazi podataka koje se principijelno, sadržajno, a neretko i po odabranom modelu međusobno razlikuju. To sve implicira zaključak da u takvom jednom modelu ne postoji "univerzalni jezik" kao pretpostavka za komunikaciju koji bi, logično, mogao da bude "jezik podataka" logičkim metodama dovedenih u jednu ravan.

Drugi u istoj klasi problema je u tesnoj vezi sa prethodnim, a odnosi se na činjenicu da je korisnik (skup korisnika) tako koncipiranog sistema za podršku funkciji pripreme proizvodnje

funkcionalno integrisan u sistem u svojstvu interface-a sa zadatkom da rezultat izvršenja jednog od procesa pre upotrebe u drugom "prevede" na jezik i u formu koja je primerena faktičkim zahtevima i ograničenjima što predstavlja ozbiljnu slabost koncepta jer:



Slika 3.1 Aktuelni funkcionalni model automatizovane funkcije pripreme proizvodnje

- korisnik sa svojim biološkim ograničenjima postaje limitirajući faktor efikasnosti i efektivnosti sistema u celini i

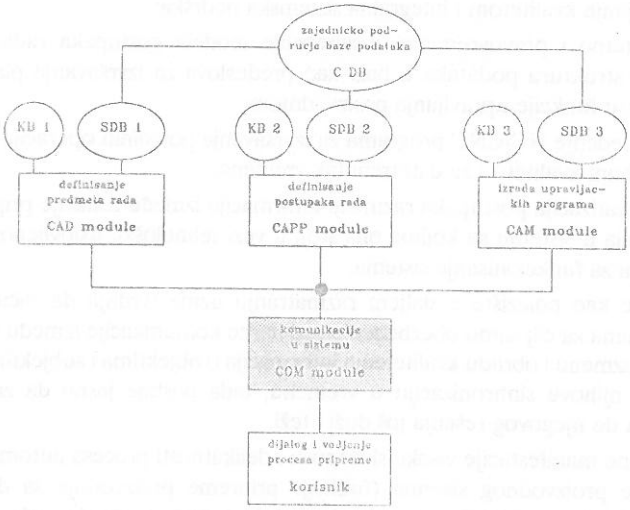
- komponenta kvaliteta i tačnosti rezultata izvršavanja pojedinih procesa gubi objektivnost koju diktiraju "nepogrešiva" sredstva informacione tehnologije jer se u sistem ugrađuje subjektivni faktor korisnika.

Takva struktura problema zahteva adekvatna rešenja u smislu poboljšanja modela automatizacije i integracije procesa u okviru funkcije pripreme proizvodnje, a poboljšani model bi strukturno i funkcionalno mogao da bude izgrađen po elementima i principima datim slici 3.2 na kojoj se jasno i na prvi pogled uočavaju neki novi detalji zasnovani na najnovijim istraživanjima u predmetnoj oblasti i primeni najsavremenijih sredstava informacione tehnologije.

Novine u odnosu na "klasičan" model automatizacije pripreme proizvodnje u mogućem i poboljšanom modelu primene savremenih sredstava informacione tehnologije za podršku pripremi proizvodnje odnose se prvenstveno na organizaciju baze podataka gde model nezavisnih baza podataka po procesima i/ili postupcima rada ustupa mesto bazi podataka u kojoj postoji definisano zajedničko (jedinstveno) područje baze, a svakom procesu (postupku) rada pripada odgovarajući segment baze. Isto tako je nov i pristup sa potpuno izdvojenim i definisanim komunikacionim modulom koji korisniku (inženjeru u pripremi proizvodnje)

Elementi baza znanja (KB i) koji se uvode u inoviranom modelu funkcionisanja automatizovane pripreme proizvodnje imaju za cilj dalje povišenje efikasnosti sistema putem obezbeđenja po-

dloga za automatizovano prepoznavanje onih elemenata na rezultatu izvršenja jednog procesa koji determinišu ulaze u drugi proces kao i potrebnih osnova za automatizovano odlučivanje o tokovima procesa po ekspertnom principu.



Slika 3.2 Mogući model automatizovane i računarski integrisane funkcije pripreme proizvodnje

Uvođenjem pomenutih novih elemenata u osnovni koncept sistema za automatizaciju pripreme proizvodnje, sudeći po prethodnim razmatranjima, realno je moguće prevazilaženje osnovnih kao i niza impliciranih problema kojima je opterećena funkcija (podsistem) pripreme proizvodnje u okruženju automatizovane i računarom integrisane proizvodnje. Međutim, tu nije i kraj svih nevolja i teškoća koje prate razvoj, izgradnju i funkcionisanje računarom integrisanih proizvodnih sistema.

4 EKSTERNI ZAHTEVI I PROBLEMI INTEGRACIJE FUNKCIJE PRIPREME PROIZVODNJE SA DRUGIM PROIZVODNIM FUNKCIJAMA U SISTEMU

Ako se pažnja još jednom koncentriše na sliku 2.1 koja prezentuje mesto i ulogu pripreme proizvodnje u proizvodnom sistemu, moguće je ustvrditi da je intenzitet funkcionalnih i informacionih veza koje ovaj podsistem ima sa drugim podsistemima proizvodnog sistema

sanje sistema, ali i na novi potencijalni izvor komplikacija sa stanovišta integracije funkcije u proizvodni sistem uz primenu sredstava informacione tehnologije.

Sa stanovišta integracije funkcije pripreme proizvodnje sa drugim funkcijama u okviru proizvodnog sistema takođe je moguće definisati nekakav konačan skup zahteva čija ispunjenost se pojavljuje kao uslov integriteta sistema, a to su pre svega:

- pravovremeno obezbeđenje geometrijskih (konstruktivnih) modela predmeta rada u dokumentacionom obliku ili u bazi podataka sa potrebnim i dovoljnim kvalitetom za dalju upotrebu u okvirima funkcija proizvodnog sistema kao što su proizvodnja, upravljanje proizvodnjom, upravljanje kvalitetom i integralna sistemska podrška;
- kvalitetno i pravovremeno obezbeđenje modela postupaka rada u formi nosilaca informacija ili struktura podataka u bazi kao preduslova za izvršavanje plansko-upravljačkih procesa u okviru funkcije upravljanja proizvodnjom;
- obezbeđenje NC/CNC programa za izvršavanje pojedinih operacija i paketa operacija rada u potrebnom kvalitetu i za dati trenutak vremena;
- automatizacija postupaka razmene informacija između funkcije pripreme proizvodnje i drugih funkcija u sistemu sa kojima ona stoji u vezi tehnološke uslovljenosti ili nekoj drugoj vezi od značaja za funkcionisanje sistema.

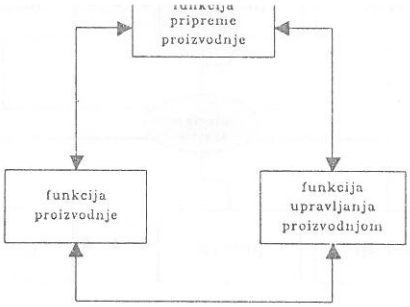
Ako se kao polazište u daljem razmatranju uzme tvrdnja da računarska integracija proizvodnje nema za cilj samo obezbeđenje ordinarne komunikacije između delova sistema već oblikovanje, razmenu i obradu kvalitetenih informacija o objektima i subjektima kao i procesima u sistemu uz njihovu sinhronizaciju u vremenu, tada postaje jasno da zadatak postaje još složeniji, a put do njegovog rešenja još duži i teži.

Osnovne manifestacije visoke složenosti i delikatnosti procesa automatizacije i računarske integracije proizvodnog sistema (funkcije pripreme proizvodnje sa drugim funkcijama sistema) vidljive kao problemi razvoja, izgradnje i funkcionisanja računarom integrisanih proizvodnih sistema bi, prema svemu tome, mogle da se uopšte na:

- pitanja vremenske sinhronizacije informacionih tokova koji iniciraju procese promene stanja u sistemu i
- pitanja ostvarivanja komunikacija između pripremnih i planskih funkcija sa operativno-izvršnim funkcijama proizvodnog sistema.

Klasa pitanja koja se odnose na vremensku sinhronizaciju informacionih tokova koji iniciraju promene stanja u sistemu (početak rada na proizvodnom zadatku, početak izvršavanja operacije rada, prelazak na sledeću operaciju rada, eliminacija otkaza tehnološkog sistema uključenog u izvršavanje posla, završetak posla i sl.) u tesnoj je (iako ne sasvim direktnoj) vezi sa funkcijom pripreme proizvodnje i da bi se svi procesi promena stanja u proizvodnom sistemu odvijali po principu "just-in-time" i potpuno sinhrono, neophodno je da se ustanovi i neprekidno funkcioniše komunikacioni krug kakav je prikazan na slici 4.1.

Takav komunikacioni krug obezbeđuje da se izvrši planiranje procesa na temelju stvarnih i realnih pretpostavki (sa aspekta tehnoloških zakonitosti i raspoloživosti resursa), upravljanje procesima u realnom vremenu i potreban i dovoljan nivo adaptivnosti sistema sa stanovišta nepredviđenih i neplaniranih pore- mećaja koji mogu nastupiti tokom izvršenja proizvodnih procesa (otkazi tehnoloških sistema, na primer).



Slika 4.1 Komunikacioni krug vremenske sinhronizacije procesa u proizvodnom sistemu

Već na temelju sasvim površnih analiza moguće je doći do zaključka da komunikacioni krug pokazan na slici 4.1 ne može biti jedinstvena pojava u računarom integrisanom proizvodnom sistemu i da takvih formi mora biti veći broj kao i da između njih moraju postojati izvesne relacije koje su determinisane imperativom funkcionalnog integriteta sistema.

Druga, pak, grupa pitanja koja su vidljiva kao problem naročito u fazama razvoja i izgradnje računarom integrisanih proizvodnih sistema (manje u njihovoj eksploataciji) i koja se odnosi na obezbeđenje komunikacija između plansko-pripremnih i izvršno-operativnih funkcija u proizvodnom sistemu pripada klasi tehničkih problema koji nastaju onda kada oblik izdavanja informacije (CNC programa, na primer) od strane funkcije pripreme proizvodnje nije primeren hardversko-softverskim pretpostavkama koje se odnose na ulazne informacije nekih drugih automatizovanih funkcija sistema (na primer, CNC tehnološkog sistema za obradu u sklopu funkcije proizvodnje).

Takva pitanja se mogu i moraju rešavati sistemom hardversko-softverskih interface-a kao što je to pokazano na slici 4.2 čijim se posredstvom ulazno-izlazne informacije logički i fizički dovode u istu ravan po modelu

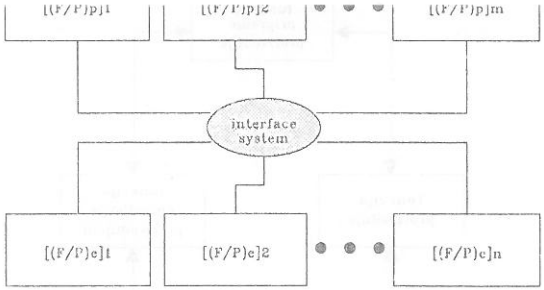
$$I_o \times T = I_i$$

gde su:

I_o - izlazna informacija i-te funkcije sistema

T - transformacioni alat

I_i - ulazna informacija (i + 1)-ve funkcije



Slika 4.2 Sistem interface-a u računarom integrisanom proizvodnom sistemu

5 ZAKLJUČAK

Istraživanja u području računarske integracije funkcija proizvodnih sistema i računarske integracije proizvodnje u celini predstavljaju istinski istraživački izazov u vremenu kada se čine veliki napori da se proizvodnja stvarno, kvalitetno i funkcionalno integriše primenom savremenih sredstava informacione tehnologije. Još veći izazov je, svakako, izgradnja računarom integrisanih proizvodnih sistema i njihova eksploatacija u realnim uslovima čime bi se obezbedila mogućnost potvrde ili odbacivanja hipoteze o efektivnosti računarom integrisanih proizvodnih sistema.

Istraživanja koja su u tom području izvršena u sklopu dugoročnih naučno-istraživačkih projekata na Institutu za industrijske sisteme Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu nedvosmisleno pokazuju da je put do tog cilja složen i da je, bukvalno, "popločan" problemima čija rešenja je moguće pronaći u rezultatu interdisciplinarnog naučno-istraživačkog i stručnog rada. Neki od kardinalnih problema iz tog opusa su identifikovani u okvirima ovog rada i za njihovo rešavanje su date okvirne recepture do kojih se došlo naučnim metodama (analiza, dedukcija) što može biti značajan putokaz za svakog istraživača ili istraživački tim koji se upusti u sličan poduhvat u svom preduzeću ili institutu.

Realnost prisustva problema koji su elaborirani u radu je potvrđena nizom praktičnih iskustava u datom području koja su u razvijenom svetu prisutna i postoje dokumentacioni tragovi njihovog postojanja (Boeing Company, Toyota Motors Company, Dassault i drugi), a rezultati istraživanja koji su u radu dati u formi uputstava za njihovo rešavanje su prevashodno teorijskog karaktera. Tek praktična verifikacija ovih istraživanja za koju u jugoslovenskim uslovima danas nema dovoljno pretpostavki će moći da potvrdi opravdanost istraživačkih napora koji se u ovom području struke i nauke čine i da ukaže na eventualne zablude koje u zamislima i skicama rešenja možda postoje.

1. Gaines, B.R. : Structure, Development and Applications of Expert Systems in Integrated Manufacturing, Artificial Intelligence - Implications for CIM, Springer Verlag 1988., page 117., pages 45;

2. Groover, M.P., Computer Aided Design and Manufacturing, Pren-Zimmers, E.W. : tice Hall, New Jersey, 1984. godine;

3. Zelenović, D. : Upravljanje proizvodnim sistemima, Naučna knjiga, Beograd, 1984. godine;

4. Krsmanović, C.: Sredstva i postupci računarske integracije procesa rada u pripremi proizvodnje, Naučna konferencija INDUSTRIJSKI SISTEMI - IS '90, Novi Sad, juna 1990. godine;

5. Hordeski, M.F.: CAD/CAM Techniques, Reston Publishing Company, Inc., Reston, Virginia, 1986. godine.

OBLIKOVANJE BAZE ZNANJA EKSPERTNOG SISTEMA ZA IZBOR TRANSPORTNIH POMOĆNIH SREDSTAVA

Mr Milan D. Pavlović, dipl. maš inž, Goran Čolak, dipl. maš. inž, fakultet tehničkih nauka, INSTITUT ZA INDUSTRIJSKE SISTEME, NOVI SAD,
Miodrag Carević, dipl. maš. inž.FKL fabrika kotrljajućih ležaja i karadana, Temerin

REZIME

Izbor opreme za rukovanje materijalom, pa prema tome i transportnih pomoćnih sredstava predstavlja složen problem sa više mogućih rešenja za svaki određen slučaj. Primena filozofije ekspertnih sistema omogućava stvaranje kvalitetnih rešenja.

U radu je prikazana baza znanja koja predstavlja podlogu za razvoj ekspertnog sistema za izbor transportnih pomoćnih sredstava.

1.0 UVODNA RAZMATRANJA

Postupci rukovanja materijalom u procesu promene stanja na relaciji ulaz-izlaz radnog sistema predstavlja skup oprecija prenošenja, čekanja u redu i skladištenja vezanih u najvećem stepenu za pojam zaliha nedovršene proizvodnje. Sistem za prenošenje materijala u tehnološkoj fazi po svojoj strukturi predstavlja skup podsistema:

- transportna sredstva,
- transportna pomoćna sredstva,
- prostor i
- informaciono - upravljački sistem.

Transportna pomoćna sredstva (TPS) su 5 pomoćna sredstva koja služe za obrazovanje jedninca tereta, koje će prenositi transportna sredstva (TS). Ovom definicijom iskazani su i osnovni zadaci koje treba da ispuni svako transportno pomoćno sredstvo:

1) prijem i zajedničko obuhvatanje materijala koji se prenosi;

2) zaštita materijala koji se prenosi od oštećenja i zaštita radne sredine od zagađenja tim materijalom;

3) racionalno rukovanje materijalom koji se prenosi od strane različitih transportnih sredstava (TS) i

4) mogućnost skladištenja materijala bez primene regala i bez prepakivanja.

2.0 STRUKTURA EKSPETNOG SISTEMA

Kompleksne probleme iz bilo koje oblasti ljudskog saznanja rešavaju ljudieksperti, koji poseduju obimno znanje iz date oblasti, a u svom radu se pored ostalog oslanjaju na bogato iskustvo i intuiciju. Pri rešavanju istih problema od strane neeksperata proces iznalaženja rešenja odvija se nesistematski, problemi su nedovoljno definisani i troši se znatno više vremena. Otklanjanje ovih slabosti u radu može se postići primenom ekspertnih znanja uz računarsku podršku.

Ekspertni sistemi ili sistemi zasnovani na znanju predstavljaju tzv. inteligentne kompjuterske sisteme, koji se primenjuju za rešavanje problema za čije rešavanje ne postoji tačno utvrđen algoritam.

Ovakvi sistemi mogu da obrađuju samo mali deo heurističkih znanja, tako da se sadašnja primena ovih sistema u industriji treba shvatiti samo kao ekspertna podrška.

Principijelna struktura ekspertnog sistema zasnovanog na znanju sastoji se iz:

- baze znanja,
- mehanizma zaljučivanja i
- sprege sa korisnikom.

Uobičajeno je da se mehanizam zaključivanja i sprega sa korisnikom naziva jednim imenom: ljuska ekspertnog sistema.

Ljuske ekspertnog sistema se sve više pojavljuju na tržištu kao standardni alati pa prema tome cntralno mesto pri izradi ekspertnih sistema zauzima baza znanja.

3.0 O BAZI ZNANJA

Znanja koja se koriste u informacionim sistemima sa računarskom podrškom moraju se prethodno prikupiti i pripremiti za korišćenje. Izvori pprikupljanja ovih znanja mogu biti:

- pisani materijali (Literatura, standardi, pro spekti...);
- iskustvene i preporučene vrednosti i
- znanja stečna posmatranjem, odnosno rekonstrukcijom već rešenih problema (praksa).

Da bi se prenela na računar ova specifična stručna znanja se prvo moraju modelirati, tj. predstaviti na pogodan način, zavisno od postavke problema, inferencne tehnike i strategije koja se planira za primenu pri obradi znanja.

Radovi iz ove oblasti 1 ; 4 su pokazali da je za predstavljanje specifičnih stručnih znanja pogodna kombinacija dva oblika predstavljanja znanja:

- predstavljanja zasnovanog na pravilima i
- objektno zasnovanog predstavljanja.

Bazu sistema zasnovanu na pravilima čine:

- činjenice koje su relevantne za datu stručnu oblast;
- pravila za obradu postojećih i izvođenje novih činjenica i

Svako pravilo se sastoji iz dva dela:
- dela "AKO", kojim se iskazuje jedan ili više uslova za ispunjenje datog pravila i
- dela "ONDA", kojim se iskazuje zaključak datog
- pravila, odnosno opis akcije koja sledi.

Pravilo, koje predstavlja svojevrsnu hipotezu, je dokazano tek onda kada su ispunjeni uslovi i tada se prelazi na izvršenje akcije.

Pravila baze znanja se mogu predstaviti i u vidu teksta, maske i grafički, u vidu lanaca zakjlučivanja. Lanci odlučivanja omogućavaju sagledavanje zavisnosti između pravla i neposredno praćenje stanja i napredovanje procesa obrade znanja, tako da su veoma pogodni za simulaciju i proveru baze znanja.

4.0 OBLIKOVANJE I PRIKAZ BAZE ZNANJA EKSPERTNOG SISTEMA ZA IZBOR POMOĆNIH SREDSTAVA

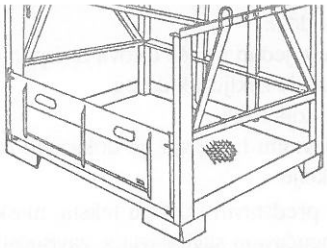
Podaci neophodni za formiranje baze znanja ekspertnog sistema za izbor TPS prikupljeni su iz literaturnih izvora 5 , kataloga proizvođača TPS 6 i JUS-normi.

Prvi korak u oblikovanju baze znanja bila je klasifikacija transportnih pomoćnih sredstava, koja su podeljena u četiri osnovne odgrupe:

1) TPS na koja se stvalja materijal
   - ravne palete i
   - stubne palete
2) TPS u koja se stavlja materijal
   - boks palete,
   - sanduci i
   - paletne ogrlice
3) TPS u koja se zatvar materijal
   - palete za prah,
   - mali kontejneri,
   - palete za tečnost,
   - boks palete sa poklopcem i
   - posude (flaše, kanisteri...)
4) Posebna TPS
   - sa zahtevanom tačnošću pozicioniranja i
   - bez zahtevane tačnosti pozicioniranja

Svako TPS iz baze znanja dobilo je svoj identifikacioni broj, koji se sastoji iz dve grupe cifara, odvojenih tačkom. Prva grupa cifara označava tip TPS i dobijena je slaganjem cifara koje predstavljaju redne brojeve grana u klasifikatoru. Druga grupa cifara označava redni broj TPS u okviru jednog tipa TPS.

Podaci o svakom TPS iz baze znanja prikazani su u karti TPS (slika 1), čiji oblik je preuzet iz [5] .



Naziv		Paleta za plinske boce
Tip		četvoroulazna
Materijal		čelik
Spoljne mere	dužina (mm)	1020
	širina (mm)	820
	visina (mm)	1110
Unutarnje mere	dužina (mm)	1000
	širina (mm)	800
	visina (mm)	1000
Unutrašnja zapremina (m^3)		0,8
Nosivost (kg)		1250 (12 boca)
Specifična nosivost (kg/ m^3)		
Težina (kg)		~130
Namena	za skladištenje i transport plinskih boca	
Područje primene	unutrašnji industrijski i javni saobraćaj	
Sa mogućnošću slaganja		ne
Sa mogućnošću podvlačenja viljuške		da
Sa mogućnošću uvlačenja viljuške		ne
Sa mogućnošću prihvatanja kukom		da
Sa mogućnošću prenošenja valjcima		ne
Proizvođač	„IGM" - Lepoglava	
Napomene	vrata se otvaraju i kada su otvorena služe kao platforma za lakši utovar i istovar	

Slika 1. Prikaz karte transportnog pomoćnog sredstva

katalozima proizvođača. na osnovu konstruktivnih karakteristika TPS utvrđene su mogućnosti rukovanja određenim TS. Tako imamo da:

- Mogućnost slaganja TPS izražava sposobnost TPS da se slažu jadno na drugo (skladištenje u visinu), čime se štedi na skladišnom prostoru i opremi.

- Mogućnost prihvatanja kukom izražava sposobnost TPS da se prenosi kranom ili dizalicom.

- Ukoliko je oslona površina TPS dovoljno velika, TPS se može prenositi valjcima - rolgangom.

- Mogućnost podvlačenja implicira upotrebu trotočkovnog viljuškara (konstruktivno i namenski različita TS, kod kojih se prihvatanje TPS ostvaruje podvlačenjem viljuške i dela TS pod TPS). Četvorotočkovni viljuškar je upotrebljiv i kada postoji mogućnost podvlačenja viljuške , jer su viljuške postavljene suprotno od težišta TS, tj. viljuškara.

- Mogućnost uvlačenja viljuške nam govori da je osigurana stabilnost TPS pri transportu četvorotočkovnim viljuškarom, jer je onemogućeno klizanje ili prevrtanje TPS viljuške. Svako TPS, čije su rubrike u karti delimično ili potpuno popunjene, predstavlja objekat sa definitivnim osobinama ili atributima.

Pri stvaranju pravila pošlo se od pristupa koji bi eksperti imali prema problemu. Oni bi postavljali seriju pitanja, progresivno se krećući prema odgovarajućem TPS, Na osnovu toga su formirani lanci zaključivanja, koji predstavljaju 3 usmerene linije rezonovanja koje koriste informacije o atributima da bi progresivno smanjile prostor pretraživanja za alternative opreme.

Ovakav način zaključivanja koji polazi od skupa činjenica i progresivno dolazi do zaključka naziva se zaključivanje unapred (pravolinijsko).

Pri formiranju lanaca zaključivanja problem je predstavljalo definisnaje atributa i određivanje njihovih vrednosti, kao i određivanje redosleda po kome bi atributi trebali da budu razmatrani da bi broj opcija TPS bio redukovan na svakom stepenu.

U ovom istraživanju razmatrano je ukupno 49 atributa, kako je prikazano u tabeli 1. Najveći broj se odnosio na transportovani materijal TM (ukpno 26 atributa), 12 atributa se odnosilo na uslove transporta, 7 na uslove skladištenja i 4 na uticaj radne sredine.

Za izbor bilo kog TPS nisu relevantni svi atributi, tako da su formirani lanci zaključivanja različite dužine. Najduži lanac zaključivanja koji je razvijen kao deo ovog istraživanja ukuljučuje 16 atributa, a najkraći samo 4. U bazi znanja klasifikovan je 41 tip TPS. Baza znanja kao deo ovog istraživanja ima preko 330 pravila za izbor TPS. Primer lanca zaključivanja ostvarenog u ovom istraživanju dat je na slici 2, a na slici 3 dat je primer pravila u vidu teksta.

Tabela1: Pregled atributa

a) Atributi vezani za TM

- pojavni oblik TM
- stišljivost TM
- pakovanje TM
- vrsta ambalaže TM
- zapremina ambalaže TM
- ukupna težina TM
- ukupna količina TM
- ukupna visina TM
- oslona površina TM
- stabilnost TM
- odnos zapremina/težina TM
- vrsta TM
- zapremina TM
- veličina komada TM
- dimenzioni odnos TM
- savitljivost TM
- dužina TM
- otpornost na pritisak
- gabaritne mere TM
- raznovrsnost TM
- određenost geo oblika
- ujednačenost TM
- temperatura TM
- uticaj sredine na TM
- zagađenje sredine TM
- namenska TPS

b) Atributi vezani za uslove skladištenja:

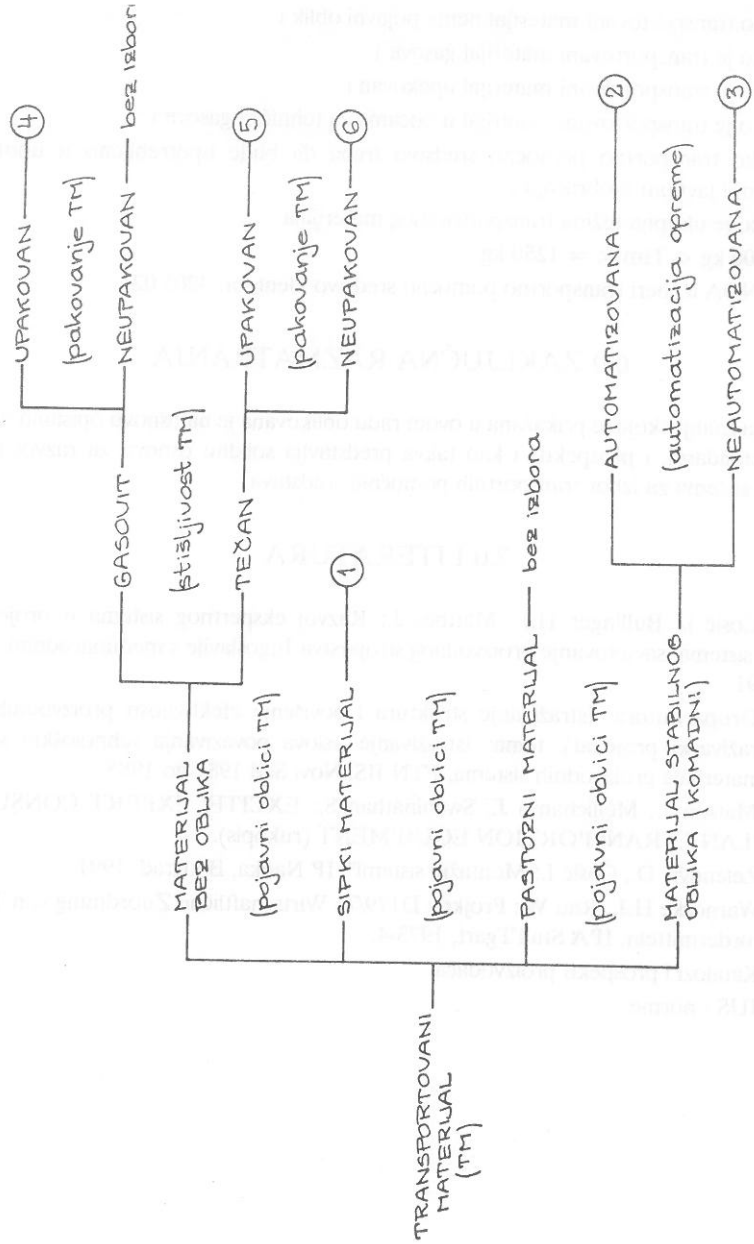
- opšti uslovi skladištenja
- visina skl. prostora
- vrsta skladišta
- mogućnost izuzimanja komada
- visina polica regala
- slobodna površina skl.
- dozvoljena visina slaganja TPS

c) Atributi vezani za uslove transporta

- područje primene
- rastojanje prenošenja
- posedovanje specijalnih uređaja (vešalice, kiper-sanduka,
- proizvođač automatizovane opreme
- mogućost transporta valjcima
- mogućnost transporta
- učešće u spoljašnjem saobraćaju
- automatizacija opreme box-palete)
- mogućnost transporta trotočkovnim viljuškarom
- mogućnost transporta kranom (dizalicom) na radnom mestu

d) Atributi vezani za radnu sredinu

- temperatura
- uslovi rada (obzirom na čistoću)
- tehnološki postupak
- agresivni uticaj sredine



Slika 2. Jedan primer lanca zaključivanja

- Ako transportovani materijal nema pojavni oblik i
- Ako je transportovani materijal gasovit i
- Ako je transportovani materijal upakovan i
- Ako je transportovani materijal u bocama za tehničke gasove i
- Ako transportno pomoćno sredstvo treba da bude upotrebljeno u unutrašnjem industrijskom i javnom saobraćaju i
- Ako je ukupna težina transportovanog materijala
- 1000 kg < Ttm < = 1250 kg
- ONDA izaberi transportno pomoćno sredstvo ident. br. 4205.02.

6.0 ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Baza znanja, koja je prikazana u ovom radu oblikovana je na osnovu opisanih materijala (literatura,standardi, i prospekti) i kao takva predstavlja solidnu osnovu za razvoj prototipa ekspertnog sistema za izbor transportnih pomoćnih sredstava.

7.0 LITERATURA

1. Ćosić i., Bullinger H.J., Matthes J.: Razvoj ekspertnog sistema u projektovanju montažnih sistema, savjetovanje proizvodnog strojarstva Jugoslavije s međunarodnim učešćem, Zagreb 1991.

2. Grupa autora: Istraživanje struktura i povišenje efektivnosti proizvodnih sistema (naučnoistraživački projekat), tema: Istraživanje uslova povezivanja tehnoloških sistema u tokovima materijala proizvodnih sistema, FTN IIS, Novi Sad 1981 do 1985.

3. Matson J., Mellichamp J., Swaninathan S.: EXCITE: EXPERT CONSULTANT FOR IN-PLANT TRANSPORTION EQUIPMENT (rukopis).

4. Zelenović D., Ćosić I.: Montažni sistemi", IP Nauka, Beograd, 1991.

5. Warnecke H.J., Rau W.: Projket: D179/73 Wirtschaftliche Zuordnung von Transportgut und Fordermitteln, IPA StuTTgart, 1973-4.

6. Katalozi i prospekti proizvođača.

7. JUS - norme

NEKE MOGUĆNOSTI POVEĆAVANJA FLEKSIBILNOSTI UREĐAJA ZA RUKOVANJE MATERIJALOM

M.D.Pavlović, Fakultet tehničkih nauka,
Univerzitet u Novom Sadu, Trg D. Obradovića br. 6
G.Čolak , M.Bukumirović, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu,
Vojvode Stepe 205, 11000 Beograd

REZIME

Povećanje fleksibilnosti uređaja za rukovanje materijalom u velikoj meri utiče na povećanje ukupne fleksibilnosti proizvodnih sistema. U radu je prikazana mogućnost povećanja fleksibilnosti ovih uređaja povećanjem fleksibilnosti njihove strukture.

1.0 UVODNA RAZMATRANJA

Zahvati na rešavanju rukovanja materijalom u smislu obavljanja operacija: ulaganja, pozicioniranja i stezanja, odlaganja i međufaznog skladištenja predstavljaju danas verovatno jednu od osnovnih mogućnosti racionalizacije rada proizvodnih sistema i značajno područje za povećanje ukupnih efekata proizvodnih sistema.

Razvojem fleksibilnih sistema za rukovanje materijalom obezbeđuje se humanizacija rada, u osetnoj meri se eliminiše zamor i monotonija u radu i omogućuje povećanje ukupne efektivnosti radnih sistema u industriji.

2.0 FLEKSIBILNOST

"Fleksibilnost proizvodnih sistema je mera njihove sposobnosti za prilagođavanje uticajima okoline i zahtevima procesa rada u datom vremenu i dataim uslovima okoline" [1] . Pri tome se razlikuje:

- fleksibilnost strukture i
- fleksibilnost procesa

2.1 FLEKSIBILNOST STRUKTURE

Fleksibilnost strukture predstavlja verovatnoću da će se data struktura prilagoditi uslovima okoline, zahtevima postupaka rada i poremećajima u procesu rada i izraz je konstrukciono - tehnoloških parametara elemenata strukture sistema. Ova fleksibilnost se izračava kroz:

- fleksibilnost strukture toka i
- fleksibilnost strukture prostora.

2.1.1 FLEKSIBILNOST STRUKTURE TOKA

Fleksibilnost strukture toka je uslovljena stepenom iskorišćenja konstrukciono - tehnoloških parametara i efektivnog kapaciteta elemenata uređaja za rukovanje materijalom i sastoji se od dve komponente:

- tehnološke i
- kapacitivne.

TEHNOLOŠKA KOMPNENTA

je određena mogućnostima uređaja za rukovanje materijalom da prihvati transportovane radne predmete (transportovani materijal) i predstavlja verovatnoću da će dati uređaj uspešno izvršiti projektovanu operaciju rukovanja materijalom u granicama ugrađenih tehnoloških mogućnosti prihvatanja. Tehnološka komponenta fleksibilnosti, za elemenat sistema, određuje se kao odnos broja transportovanih delova koje prihvata posmatrani uređaj i ukupnog broja delova koji dolaze na taj uređaj za rukovanje materijalom i računa se prema:

$$f_{Ti} = \frac{n_{prih}}{n_{uk}}$$

gde je:

f_{Ti} - tehnološka komponenta fleksibilnosti

n_{prih} - broj transportovanih delova koje prihvata struktura uređaja za rukovanje materijalom

n_{uk} - ukupan broj transportovanih delova

dok se tehnološka komponenta fleksibilnosti za čitav sistem izražava kao srednja vrednost fleksibilnosti elemenata.

KAPACITIVNA KOMPONENTA

predstavlja odnos razlike usvojenog i proračunatog broja jedinica opreme za izvršenje i-te operacije rukovanja materijalom i usvojenog broja jedinica opreme i određuje se kao:

$$f_{Ki} = \frac{M_{iusv} - M_{ipror} - 1}{M_{iusv}} - \frac{M_{ipror} - 1}{M_{iusv}} - \eta$$

gde je:

M_{iusv} - usvojen broj jedinica opreme za izvršenje i-te operacije rukovanja materijalom,

M_{ipror} - prračunat broj jedinica opreme za izvršenje i-te operacije rukovanja materijalom,

η - stepen iskorišćenja dok je kapacitivna komponenta fleksibilnosti strukture sistema data izrazom:

$$f_{ks} = 1 - \overline{\eta}$$

gde je:

$\overline{\eta}$ - srednji stepen iskorišćenja sistema.

UKUPNA FLESKIBILNOST STRUKTURE TOKA

Ukupna fleksibilnost strukture toka (f_{ST}) čini određenu kompoziciju fleksibilnosti elemenata sistema po pojedinim komponentama i parametrima. pri definisanju ove veličine treba imati u vidu da:

- redna veza elemenata označava postojanje zavisnosti između komponenti koje definišu fleksibilnost

- paralelna veza elemenata označava nepostojanje zavisnosti između komponenti koje definišu fleksibilnost.

Polazeći od iznetog lako se uočava da se ukupna fleksibilnost strukture toka kao redna veza tehnološke i kapacitivne komponente može izračunati kao:

$$f_{ST} = f_{TS} \blacktriangledown \blacktriangle f_{KS}$$

2.1.2 FLEKSIBILNOST PROSTORNE STRUKTURE

Fleksibilnost prostrone strukture je određena načinom razmeštaja uređaja za rukovanje materijalom - radnih mesta koji je uslovljen tipom toka u sistemu. Ona predstavlja verovatnoću da će se data prostorna struktura uspešno prilagoditi nastalim promenama i uslovima okoline.

2.2 FLEKSIBILNOST PROCESA

Fleksibilnost procesa predstavlja verovatnoću da će se dati proces rada uspešno i u što kraćem vremenu prilagoditi zahtevima uslova okoline i izraz je vremenskih veličina i organizacionih zahteva u procesu rada proizvodnog sistema. Mera fleskibilnost procesa rada uređaja za rukovanje materijalom može se posmatrati kao veličina vremena potrebnog za podešavanje njegovih elemenata za prelazak sa prenošenja jedne vrste predmeta na drugu vrstu predmeta operacijske grupe.

Ova komponenta predstavlja meru intenziteta podešavanja strukture i data je kao:

$$f_{PRi} = \frac{1}{1 + t_{pod}} \blacktriangledown \blacktriangle \frac{t_{pod\ min}}{t_{pod\ max}}$$

gde je:

f_{PR} - fleksibilnost prcesa

t_{pod} - srednja vrednost vrenmena podešavanja strukture sistema za delove operacijske grupe

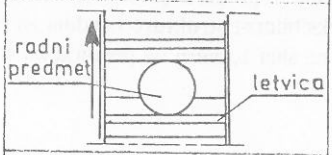
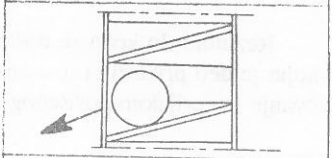
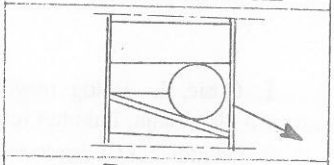
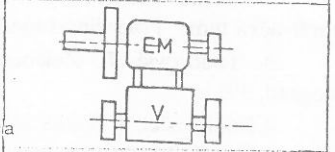
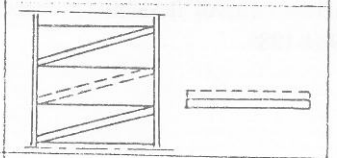
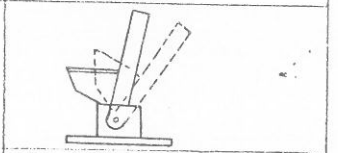
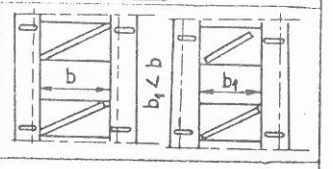
$t_{pod\ min}$ - minimalna vrednost vremena podešavanja strukture sistema za delove oprecijske grupe

$t_{pod\ max}$ - maksimalna vrednost vremena podešavanja strukture sistema za delove operacijske grupe

3.0 NEKE MOGUĆNOSTI POVEĆANJA FLEKSIBILNOSTI

U radu je akcenat stavljen na istraživanje mogućosti povećanja fleksibilnosti strukture, pošto ova komponenta fleksibilnosti najviše zavisi od konstrukciono - tehnoloških parametara elemenata uređaja za rukovanje materijalom. U prethodnim istraživanjima vršenim na Institutu za industrijske sisteme 2 izvršena je klasifikacija i dat tabelarni prikaz principa na kojima rade pojedini uređaji za rukovanje materijalom na radnom mestu. Tabelarni prikazi sadrže:

- redni broj,
- opisanu karakteristiku uređaja,
- skicu uređaja i
- oblast primene.

			Ostvarivanje	Skica
1.	Mogućnost isipanja rad.predm.	- u pravcu kretanja trake	položajem letvica na radnom organu	
		- u levo		
		- u desno		
2.	Promena brzine kretanja trake		Promena kaišnika i/ili promenom broja obrtaja varijatora	
3.	Dodavanje radnih predmeta različitih dimenzija		Promenom visine letvica i razmaka izmedju njih	
4.	Promena visine dodavanja		Naginjanjem noseće sand. konstrukcije	
5.	Promena širine radnog organa		Predstavljanjem uzdužnih graničnika i Promenom letvica	
6.	Pozicioniranje		Podešavanjem ili promenom uredjaja za pozicioniranje	

Slika 1. Neke mogućnosti povećanja fleksibilnosti strukture uređaja za ulaganje

sačinjeni pregledi (tabele sa skicama) iz kojih se jasno vidi na koje se sve načine može povećati fleksibilnost strukture uređaja za rukovanje materijalom. Izgled jedne ovakve tabele prikazana je na slici 1, datoj na prethodnoj strani.

4.0 ZAKLJUČAK

Rezultati do kojih se došlo istraživanjima vršenim na Institutu za industrijske sisteme, od kojih je deo prikazan i u ovom radu, pružaju solidne podloge za projektovanje uređaja za rukovanje materijalom povišenog stepena fleksibilnosti.

5.0 LITERATURA

1. Ćosić, I.: Prilog razvoju proizvodnih struktura povišenog stepena fleksibilnosti, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1982.

2. Zelenović, D. i ostali: Razvoj fleksibilnih sistema za rukovanje materijalom, Naučno - istarživačka tema, Pokrajinski fond za nauku, Novi Sad, 1987-1991.

3. Todorović, J., Zelenović, D.: Efektivnost sistema u mašinstvu, Naučna knjiga, Beograd, 1981.

4 Radlovački, S. i ostali: Istraživanje fleksibilnih transportnih sistema u industriji prerade metala i razvoj fleksibilnog transportera - davača, SIZ za naučni rad Vojvodine, Novi Sad, 1984-1985.

EKSPERTNI SISTEM ZA PLANIRANJE INSPEKCIJE

Doc. dr Vidosav D. Majstorović,
dipl. inž., prof. dr Joko Stanić,
Mašinski fakultet u Beogradu

REZIME

Jednoznačno projektovanje plana inspekcije za NUMM, predstavlja poseban problem koji zavisi od: (i) metrološke kompleksnosti dela, (ii) intuicije i znanja programera NUMM. Ovaj problem se može rešiti uz pomoć ekspertnog sistema za koncepcijsko projektovanje plana inspekcije za deo, na osnovu koga se pristupa procesu programiranja NUMM.

U Institutu za proizvadno inženjerstvo i CIM, tj. u Laboratoriji za proizvodnu metrologiju i kvalitet, Mašinskog fakulteta u Beogradu, nalazi se NUMM UMC-850, sa najnovijom software-skom podrškom. Neki istraživački rezultati, do kojih se došlo u razvoju ovog ekspertnog sistema, prikazani su u ovom radu.

Ključne reči: NUMM, Ekspertni sistemi, Inspekcija, Programiranje

ABSTRACT

Uniform design of inspection plan for CMM represents a special problem, as it depends on: (i) metrological features complexity of a part, (ii) the intuition and the knowledge of the CMM programmer. This problem could be over some with the aid of expert system for conceptual design for inspection plan of a part, serving the start of the CMM programming proces.

The Institute for Production Engineering and CIM, i. e. the Laboratory for Production Metrology and QA, Mechanical Engineering Faculty, Beograd, has CMM UMC-850, as advanced software support for it. Some research results in the development of the expert system for conceptual inspection plan design for CMM are presented in this paper as well.

Key words:CMM, Expert Systems, Inspection, Programming.

Sadašnji trendovi u oblasti proizvodne metrologije se karakterišu sledećim činjenicama: (i) sve veća primena sofisticiranih sistema (NUMM, inspekcija pomoću računarske vizije i ekspertni sistemi), (ii) primena CIM koncepta i (iii) modeliranje sistema kvaliteta (QA, TQC, eksperimentalno projektovanje).

NUMM predstavljaju osnovne elemente fleksibilne automatizacije u proizvodnoj metrologiji. One se primenjuju kao samostalne metrološke jedinice ili integrisane u FTS.

Osnovni koraci u procesu projektovanja programa za NUMM su: (i) analiza crteža i identifikacija metroloških karakteristika, (ii) određivanje položaja i načina stezanja mernog predmeta na mernom stolu, (iii) određivanje koordinatnih sistema uravnavanja i meranja, (iv) definisanje konfiguracije mernog senzora, (v) izbor merne strategije i (vi) izbor mernog moda (merenje, inspekcija, oblik izlaza).

Naša istraživanja /1, 6, 9, 10/ su koncentrisana na razvoj modela ekspertnog sistema za planiranje inspekcije za NUMM, na osnovu čega programer MM može uraditi CNC program za nju. Polazni element jk model dela, iz koga se definišu geometrijski primitivi. Primenjeni metod za projektovanje plana inspekcije je generativni model. U sadašnjem trenutku razvoja, on se primenjuje za tolerancije dužine, oblika, položaja i uglova, a u drugoj fazi on će se primenjivati za krive linije i površine /9/.

2. TEKUĆA ISTRAŽIVANJA U SVETU

Projektovanje plana inspekcije za NUMM, pomoću ekspertnog sistema, predstavlja novu isteživačku oblast, za razliku od ostalih inženjerskih disciplina projektovanja (CAD, CAPP, CAM). Iskustva u razvoju CAPP generativnih ekspertnih sistema koriste se u razvoju logike ekspertnih sistema za inspekciju.

IPPEX je generativni ekspertni sistem za planiranje inspekcije dužina na bazi DMIS standarda /2/.

Priprocesor generator na bazi znanja /3/, se koristi za generisanje programa inspekcije na osnovu povezivanja MM i CAD sistema. Ovaj ekspertni sistem ima dva modula:definisanje funkcija i sintezu programa. Izlaz iz ovog ekspertnog sistema je program inspekcije u neutralnom formatu.

Treći model ekspertnog sistema se koristi za planiranje konfiguracije mernog senzora, na bazi generisane površine, čija se inspekcija vrši /4/. Osnovni moduli ovog ekspertnog sistema su: (i) planer metroloških serkvenci, (ii) generator komponenti mernog senzora i (iii) planer metroloških tačaka inspekcije.

Pomoću ovog ekspertnog sistema, definisana konfiguracija mernog senzora obuhvata dužinu mernog pipka i prečnik merne sfere.

Poslednji primer /5/ se odnosi na model ekspertnog sistema za automatskogenerisanje plana inspekcije na NUMM. Na bazi modela dela, vrši se prepoznavanje metroloških primitiva i za njih generisanog plana inspekcije.

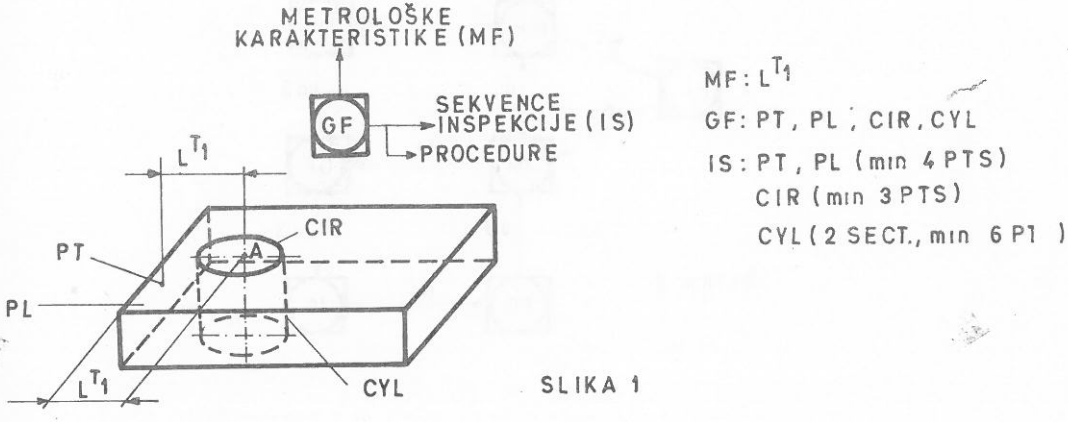
GEOMETRIJSKIM KARAKTERISTIKAMA

Osnovni element u projektovanju plana inspekcije za NUMM, je prepoznavanje i izdvajanje podataka o geometrijskim karakteristikama, slika 1.

Uloga geometrijskih karakteristika u projektovanju plana inspekcije je dvostruka: (i) njihovim relacijama definišu se metrološke karakteristike i (ii) tip geometrijske karakteristike definiše metrološku serkvencu. Na primer, prema slici 1., metrološka karakteristika (L^{T1}), može se definisati sa aspelta inspekcije na NUMM, kao: (i) tolerancija dužine-rastojanje između centra kruga (CIR) A i tačke PT, (ii) tolerancija dužine-rastojanje između ose cilindra (CYL) i ravni (PL) i (iii) tolerancija dužine - kombinacija predhodne dve mogućnosti.

Zbog toga je bitno definisati šta je to geometrijska karakteristika, odnosno kako se ona predstavlja, jer se onda u zavisnosti od toga, vrši njeno prepoznavanje i izdvajanje a poda. aka o njoj

Do sada su razvijeni i primenjuju se sledeći metodi ove namene /7, 8/. Ako se za predstavljanje dela koristi CAD sistem, onda se za prepoznavanje geometrijskih karakteristika, mogu koristiti sledeće metode: (i) procesor jezika, alternativne sume tela (zapremina) i sintetičko poređenje i prepoznavanje za izdvajanje podataka o geometrijskim karakteristikama, koriste se sledeći pristupi: algebarska pravila, grafovi i fleksibilni tehnološki protokol.



Slika 1.

Kada se merni predmet modelira tehnikama solid modeliranja, onda se za boundary pristup za prepoznavanje i izdvajanje geometrijskih karakteristika, primenjuju sledeći prilazi:metod konačnih interakcija i modeliranja pomoću grafa gde se ispituju konveksnost i konkavnost ivica i skupova ivica.

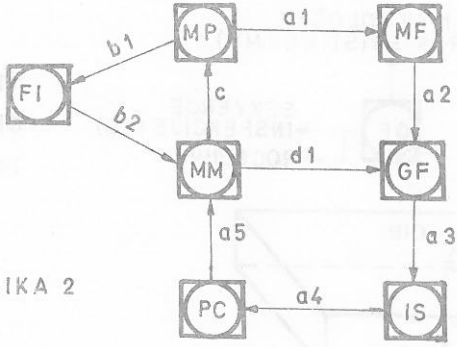
razvio Requicha sa saradnicima /8/.

U razvoju našeg modela ekspertnog sistema korišćena su pravila izvođenja i teorija automata.

4. MODEL EKSPERTNOG SISTEMA

Koristeći elemente veštačke inteligencije (teoriju ekspertnih sistema, predstavljanje zananja i modele zaključivanja), teoriju automata i procedure inženjerstva znanja, razvijen je ovaj model. On predstavlja deo ekspertnog sistema (DESIGNER ES), koji se razvija za model CIM-a, a ovaj deo se odnosi na merenje i inspekciju.

Potrebna znanja, njihov odnos i međusobne relacije, mogu se predstaviti grafom, kao na slici 2. Entiteti, odnosno celine znanja predstavljaju neterminirane simbole (MP-merni predmet, itd.) a relacije i veze između entiteta znanja su date terminiranim simbolima ($a_1, \ldots, d_1$). Elementi znanja za njih su: a_1 = (metrološki primitiv, karakteristike, tolerancije), a_2= (geometrijski primitiv, karakteristike), a_3 = (primitivi sekvenci inspekcije, karakteristike), a_4 = (elementi mernog senzora, karakteristike), a_5 = (merna mašina, karakteristike), b_1 = (elementi pribora, karakteristike), b_2 = (pribor-merna mašina relacije, karakteristike), d_1 = (MM/software, karakteristike).



SLIKA 2

Slika 2.

Nad ovim znanjima, primenom napred navedenih tehnika, izvode se operacije:dekompozicije, transformacije, strukturisanja i povezivanja.

Znanja se u ovom delu predstavljaju proizvodnim pravilima (IF - THEN), a povezuju u funkcionalne celine preko sledećih struktura blokova znanja:

gde su:FB-blokovi fundamentalnog znanja, koji se koriste za prepoznavanje, SB-blokovi strukturnog znanja, kojima se predstavljaju strukture relacije, OB-blokovi operativnog znanja za uspostavljanje strategije zaključivanja, S-funkcija povezivanja pomoću koje se vrši akvizicija znanja i K-funkcija komponovanja, pomoću koje se u bazi znanja ekspertnog sistema uspostavlja model rezonovanja.

Proizvodna pravila su klasifikovana na:izvorna pravila (deklarativna znanja), zadata pravila (deklarativna + heuristička znanja) i strateška pravila (heuristička znanja).

Primenjeni model je inference engine je pretraživanje u nazad jer je korišćen Prolog, pri čemu se proces rezonovanja izvodi prema pravilu od hipoteza prema podacima.

5. NEKI REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Izlaz iz ovog ekspertnog sistema je koncepcijski plan inspekcije za merni predmet, koji sadrži:programe za koordinatne sisteme uravnavanja i merenja, kao i sam program inspekcije. Na osnovu njega, u sledećoj fazi, programer pristupa CNC programiranju NUMM.

Tako je saglasno logici software-a za MM, definisan i katalog metroloških karakteristika za tolerancije dužina:spoljne (dužina , prečnik, rastojanje između dve ose), unutrašnje (prečnik, rastojanje između ose) i kombinovanje (rastojanje, dubina) /1/.

Na osnovu ove klasifikacije, tako na primer, opšti oblik, izvornih pravila za tolerancije dužina, prečnik-unutrašnji, glasi: IF (metrološki primitiv) (karakteristike) THEN (geometrijski primitiv) (relacija) gde su:metrološki primitiv-prečnik (D), karakteristika-unutrašnji, geometrijski primitiv-krug i relacija - MMC tolerancija.

Logika definisanja metroloških i geometrijskih karakteristika, koja je korišćena pri razvoju ovog ekspertnog sistema je prikazana primerom na slici 3.

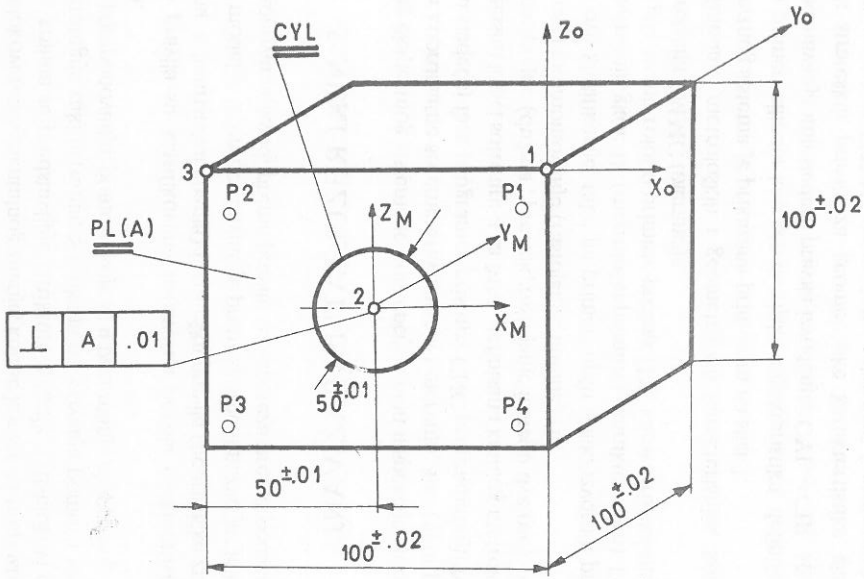
Tako se na primer, cilindar kao geometrijska karakteristika, definiše:CYL (A (x, y), D, H), a baza za prepoznavanje ima sledeća pravila izvođenja: CYL→CIR. H;CIR→D. A.

Opšti oblik strateških pravila za geometrijske karaktertistike glasi:IF (geometrijski primitiv) (metrološki primitiv) THEN . (metrološka sekvenca) (. erovatnoća)

Na bazi ovih postavki, definisana su znanja i njihove međusobne relacije i za ostale neterminirane simbole grafa sa slike 2.

Strategija projektovanja plana inspekcije, po modelu ovog ekspertnog sistema, ima dve grupe logika: (i) parcijalne logike, koje se odnose na sledeće klase prepoznavanja:metrološke i geometrijske karakteristike i konfiguraciju mernog senzora, i (ii) ukupnu logiku, koja se zasniva na generativnom metodu, projektovanje plana inspek. ije za NUMM

Osnovni elementi ovog ekspertnog sistema su: (i) baza znanja, (ii) inference engine, (iii) procesor koji obuhvata logičke modele projektovanja i prepoznavanja, i (iv) komunikacioni interface, pomoću koga se definišu ulazno/izlazni modovi.



SLIKA 3

• METROLOŠKA KARAKTERISTIKA

TOLERANCIJA POLOŽAJA

⊥	A	.01

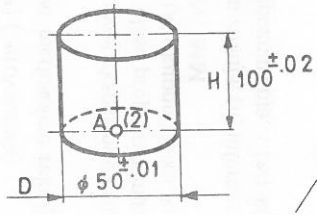
⊥

PL CYL

PL ROT(S)

• GEOMETRIJSKA KARAKTERISTIKA

CILINDAR (CYL)



CYL

CIR H

D A

6. BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

Prikazani model ekspertnog sistema za koncepcijsko projektovanje plana inspekcije MM, predstavlja PC generativni model ekspertnog sistema za inspekciju.

Na osnovu njegovog izlaza, program MM dobija uputstva za CNC programiranja NUMM.

U sledećoj fazi razvoja planira se da ovaj model ekspertnog sistema ima sledeće karakteristike: (i) da se proširi baza znanja , koja bi obuhvatila krive linije i površine , (ii) da se razvije i ugradi model učenja, i (iii) da se procesor/baza znanja poveže sa CAD/Solid modelerom, radi razvoja CAI ekspertnog sistema /9, 10/.

Ovo su istraživanja koja se rade u okviru istraživačkog projekta /6/, koji podržavaju industrija i Fond za nauku.

7. REFERENCE

/1/ Majstorović V., Knowledge-Based System for Inspection , Introduction Lecturer on Strathclyde University, Glasgow, 1992.

/2/ Brown C., IPPEX:An Automated Planning System for Dimensional Inspection, Allied-Signal Inc., Kansas City, 1991.

/3/ Pham D. et all, A Knowledge-Based Preprocesor for CMM, Int. Journal "Production Research", Vol. 29, pp. 677-694, 1991.

/4/ Corrigall M., Bell R., Probe Planning for CMM, Int. Journal "Computer Integrated Manufacturing", Vol. 4, pp. 34-44, 1991.

/5/ Merat F., Radack M., Automatic Inspection Planning withn a Feature-Based CAD System, Int. Journal "Robotics&Computer-Integrated Manufacturing", Vol. 9, pp. 61-69, 1992.

/6/ Majstorović V., Ekspertni sistem za inspekciju, Istraživački projekat 1991-1995., Mašinski fakultet, Beograd, 1992.

/7/ Hermann G., Medvey A., Computer Aided Programming of CMM, Procedings ofg the 11th Triennal World Congress of the IMEKO, Huston, 1988.

/8/ Majstorović V., Razvoj modela ekspertnog sistema za inspekciju krivih linija i površina, 11. jugoslovenski simpozijum-CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala, Kopaonik, 1992.

/9/ Bojanić P., Majstorović V., Milačić V., CAD-CAI Integration with Special Focus on Complex Surfaces, Annals of the CIRP, Vol. 41/1, 1992.

/10/ Majstorović V., Expert System for Inspection Planning, Eight Intkrnational Conference on Manufacturing Research, Birminham, 1992.

METROLOGIJA DUŽINA KAO BAZA KVALITETA PROIZVODA SRBIJE

Mr Lj.Dimitrijević Marković dipl.ing.maš.
Mašinski fakultet u Beogradu

LENGTH METROLOGY AS A BASIS OF PRODUCT QUALITY OF SERBIA

The present economic-political moment is posing before the manufacturers and all who are dealing with, or influence production a paramount question of reaching the European level of product quality. Among the segments directly influencing the accomplishment of the task set is the solution of problems in the length metrology. Outlined also is the state of affairs twenty Serbian factories (survey).

The analysis has been obtained on the background of the existent legislative provisions (rules, metrological, instructions) metrological equipment and technical personnel.

Presented in the paper are the legal regulations applied in the Serbian factories laboratories metrological equipment used by these, and technical staffs employed therein.

1.0 UVOD

Razvojem i primenom savremenih inteligentnih tehnologija pruža se mogućnost ocene kompleksnih karakteristika proizvoda, a preko njih i proizvodnog sistema i nivoa civilizovanosti i humanosti društva korisnika.

U želji da se dodje do realnih činilaca za ocenu stanja kvaliteta proizvoda Srbije izvršena je analiza uticaja tri osnovna pokazatelja.

Na uzorku od dvadeset metalopreradjivačkih preduzeća Srbije sa stanovišta metrologije dužina u proizvodnom mašinstvu analizirano je stanje resursa opreme, znanja i kadrova.

U radu se daje prikaz stanja zakonskih propisa koji se koriste u laboratorijama fabrika u Srbiji, metrološka oprema koju one poseduju i kadrovi koji u njima rade.

Da bi se u Srbiji postigao evropski kvalitet proizvoda daje se predlog potrebnih aktivnosti.

Stanje metrologije dužina u Srbiji prikazano je preko zakonskih propisa, pregledom metrološke opreme u odabranom reprezentantu preduzeća, pregledom ovlašćenih laboratorija, etalona i kadrova.

Kao uzorak za ocenu stanja, odabrano je dvadeset fabrika iz Srbije različitih proizvodnih programa. Obzirom da nije definisana strategija privrednog razvoja Srbije pretpostavljeno je da bi srpska privreda mogla optimalno da posluje proizvodima kooperativnog tipa srednjih dimenzija za odredjenog domaćeg, evropskog ili svetskog finalistu, pa se daje sledeći spisak fabrika učesnika u Anketi: Prva petoletka-Trstenik, Holding Pobeda-Novi Sad, "Gradac"-Valjevo, HK "GOŠA"-Smed. Palanka, 21.maj-Rakovica, "Zmaj"-Zemun, Zavodi Crvena Zastava-Kragujevac, IMT-Beograd, ILR-Železnik, Krušik-Valjevo, LŽTK-Kikinda, fabrika vagona Kraljevo, Prvi partizan-Užice, Petar Drapšin-Mladenovac, HK Sever-Subotica, 14.oktobar-Kruševac, Teleoptik-Beograd, FAP-Priboj, UTVA-Pančevo i IMT-Beograd.

Želja da se dobije objektivna slika stanja (kroz ozbiljnost odgovora na postavljena pitanja i učešće u anketi) ograničena je na informacije samih metrologa, što je prikazano u daljem tekstu.

2.1 PRIKAZ ZAKONSKIH PROPISA

Prikaz zakonskih propisa metrologije dužina, prikazan je za:

- pravilnike i
- metrološka uputstva (tabele 1 do 5) u Prilogu i predstavljaju zakonsku osnovu metrološkog sistema.

Jugoslovenskim stadardima iz grupe K.T. obuhvaćena su:

- granična merila za dužine: račve (ide i neide), čepovi, za navoj metrički, tehnički uslovi,
- tehnički propisi za izradu i isporuku mernih traka i lenjira,
- merne letve - oblik, dimenzije i tehnički propisi,
- pomična merila, tehnički uslovi za izradu i isporuku,
- dvostrana pomična univerzalna merila i
- jednostrana pomična merila.

Izradjeno je pedeset standarda do 1985.g. Zakonski propisi se koriste samo u ovlašćenim laboratorijama.

2.2 PREGLED METROLOŠKE OPREME

Na osnovu informacija dobijenih u Anketi, vidi se da fabrike poseduju:

- tri koordinatne merne mašine DEA i MAUSER, godina proizvodnje 1982, '85 i '87, i opsega merenja od 900x600x600 do 2000x1200x1000mm;
- jedanaest univerzalnih mašina za merenje dužina, proizvodjača Carl Zeiss (8kom.), MAHR (1kom.), SIP (1kom.) i TRIMOS (1kom.), godina proizvodnje 1961. do 1982. (kuriozitet je jedna Zeiss-ova mašina iz 1936.g.);
- dva alatna mikroskopa Zeiss iz 1965. i 1975.g.;
- jedan univerzalni mikroskop Zeiss iz 1961.g.;

- tri uredjaja za kontrolu mernih satova proizvodjača Zeiss, MAHR i SUHL iz 1988., 1982. i 1981.g.);

- dva elektronska komparatora MAHR;

- šest induktiv%wh merača dužine MAHR;

- dve merne ploče (2000x1000 i 1000x630) MAHR;

- garniture graničnih merila proizvodjača Mitutoyo, MAHR, MATRIX, KIROV, STICH, CARY i dr.;

- jedan laserski interferometar za merenje dužine i malih uglova (2x10-6) tip 5526A Hewlett Packard iz 1982.g.

2.3 ETALONSKA BAZA

Sekundarnih etalona tipa planparalelna granična merila (PGM) ima šest garnitura različitih proizvodjača (Mitutoyo, MAHR, Carl Zeiss, Kirov, STICH, CARY i dr.) godine proizvodnje 1980. do 1990.

Sekundarni etalon - laserski interferometar za merenje dužina i malih uglova (2x10-6) tip 5526A Hewlett Packard iz 1982.g., jedan komad.

Radni etaloni tipa:

- induktivni merač dužina MAHR (+-1mm;5%) - 6kom.
- elektrokomparateri MAHR (10 do 30mm;+-1mm) - 2kom.
- horizontalna merna mašina TRIMOS i MAHR (0-1000;0-500μm) - 2kom.
- uredjaj za baždarenje komparatora MAHR (0-3;0-10m) - 2kom.
- planparalelna granična merila (PGM) - 7 granitura
- visinomer MARH (0-805mm;+-5μm) - 1kom.

Merni instrumenti:

- trokoordinatne merne mašine DEA, MAUSER (900x600x600mm i 2000x1200x100mm), godina proizvodnje 1982., 1985. i 1987.g. - 3kom.
- univerzalana mašina za merenje dužina, C.Zeiss, MAHR (1kom.), SIP (1kom.) i TRIMOS (1kom.), godina proizvodnje 1961. do 1982.g.
- alatni mikroskop C.Zeiss iz 1965. i 1975.g. - 2kom.
- uredjaji za kontrolu zupčanika različitih modula - 3kom. i dr.

Karakterističan je:

- veliki broj univerzalnih mernih mašina za dužine (C.Zeiss) - 11kom.
- starost, tj. godine proizvodnje od 1961 do 1985.g. za većinu instrumenata,
- opseg merenja u domenu do 10mm i iznad 100mm i
- tačnost instrumenata 0,01 do 0,001mm.

2.4 PREGLED OVLAŠĆENIH LABORATORIJA

Laboratorije u okviru fabrika koje su učestvovale u Anketi, imaju rang ovlašćenih laboratorija ML20, ML26, ML53, ML80 i ML83, dok je jedna laboratorija podnela zahtev SZMDM za dobijanje ranga sekundarne laboratorije. Karakteristično je da većina laboratorija ima ovlašćenja od SZMDM i SIMOS SFRJ.

2.5 KADROVI ZAPOSLENI U METROLOŠKIM LABORATORIJAMA SRBIJE

Na osnovu rezultata Ankete, u laboratorijama su zaposleni kadrovi odredjenog stepena stručnosti ili po propisima SZMDM ili po internim.

Pregled kadrova dat je prema:

- stručnosti,
- godinama starosti i
- godinama diplomiranja (odbrane magistrature, diplomskih radova)

2.5.1 STEPEN STRUČNOSTI

Stepen stručnosti	Broj radnika
doktor nauka	1
visoka stručna sprema	8
viša stručna sprema	6
srednja stručna sprema	11
IV stepen stručnosti	3
V stepen stručnosti	2
VI stepen stručnosti	1
VII stepen stručnosti	1
UKUPNO	34

2.5.2 GODINE STAROSTI

Godine starosti	Broj radnika
od 30 do 35	6
od 35 do 40	3
od 40 do 45	4
od 45 do 50	3
od 50 do 55	1
UKUPNO	17

2.5.3 GODINE DIPLOMIRANJA

Godina diplomiranja (odbrane magistarskih, diplomske teze) 1964., 1967., 1972., 1973., 1975., 1979., 1981., 1986., 1990.g. završio je školovanje po jedan radnik, dok je 1969.g. diplomiralo dva radnika. Ukupno 13 radnika.

Napomena:

1. Brojevi koji prikazuju broj radnika odredjenog stručnog profila, dati su po Anketi, suprotno zvaničnim nazivima.

2. Pošto na pitanja iz Ankete nisu svi učesnici odgovorili, brojevi koji se odnose na godine starosti radnika zaposlenih u laboratorijama i broj diplomiranih se razlikuju.

KVALITETA PROIZVODA SRBIJE

Ako Srbija raspolaže svojim proizvodnim potencijalima, pre svega treba da definiše strateški proizvod, a kroz njegovo definisanje i strategiju svog razvoja. Polazeći od toga da se strategija razvoja bazira na proizvodnim resursima, stručnim i naučnim znanjima kadrova u privredi i van nje i da poseban vid u ovom domenu predstavljaju sistemi za ocenu i definisanje kvaliteta (sistemi merenja) u daljem tekstu biće dati predlozi za definisanje pravaca istraživanja.

Prihvatajući pretpostavku da Srbija formira metrološki sistem spreman za zadovoljenje strateških zahteva proizvodjača i korisnika prema evropskim normama, aktivnosti treba usmeriti u tri osnovna pravca prikazana na sl.1, tj. na:

- istraživanje i razvoj,
- proizvodnja i
- primena (korisnici).

Slika 1. Aspekti aktivnosti za sistem metrologije dužina

SISTEM METROLOGIJE DUŽINA		(Korisnici sistema)
PROIZVODNJA	ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ	KORISNICI
- merne opreme - tehn. materijala - alatnih mašina - vozila - vagona i dr.	- fakulteti - instituti - državne inst. (standardi, mere) i dr.	- auto industrija - elektr. industrija - mašinogradnja - avio industrija - vagonogradnja - vojno mašinstvo - poljopri. inž. i dr.
PODACI: Zakonski propisi, metrološka uputstva, jedinice, etaloni, metodi merenja, odgovori na zahteve industrije, unapređenje proizvodnje, razvoj znanja.		

Ako se podje od postavke da su tri globalna pravca usmerena na proizvodnju, nauku, razvoj i korisnika, dolazi se do osnovnih pravaca rešenja problema i to preko:

- zakonskih propisa (dopuna propisa, standarda, formiranje primarnih, sekundarnih laboratorija i dr.),
- etalona jedinice dužine (primarni, sekundarni),
- legalizacije evropskih propisa kroz državne propise,
- uslova nabavke savremene metrološke opreme na osnovu stvarnih proizvodnih potreba i
- stručnog profila kadrova za metrologiju.

(1), (2) odnosno, u Evropi se sve više postavlja zahtev za unapredjenjem kvaliteta merenja kroz zakonske i druge sisteme.

Polazeći od ove osnove evropskog zajedništva na tržištu proizvoda, dolazi se do osnovnih aktivnosti u predstojećem vremenskom periodu. Ako Evropa postavlja kao glavni strateški cilj usmeravanje pažnje proizvodjača i korisnika na:

- značaj standardizacije i legalizacije zajedničkih propisa,
- izradi i dopuni izmenjenih (usavršenih) standarda i uskladjenih sa evropskim i
- stimulaciju dugoročne izrade kriterijuma stabilisanja sistema merenja; to i mi u okvirima državnog sistema treba ovome da posvetimo pažnju.

Analizom stanja u oblasti metrologije sa stanovišta postojećih zakonskih propisa (Pravilnik i metrološka uputstva), jugoslovenski standardi, postojeće metrološke opreme, kadrova u metrologiji, broja i rasporeda ovlašćenih laboratorija u Srbiji, došlo se do mišljanja o pravcima daljih aktivnosti.

Uzimajući u obzir strategiju razvoja Srbije, uz uvažavanje mikro i makro potreba privrede, neophodno je istaći da se kao prioritetan program aktivnosti predlaže sledeće:

3.1 DEFINISANJE I POSTAVLJANJE METROLOŠKOG SISTEMA SRBIJE

pod kojim se podrazumeva:

- političke i pravne aktivnosti na medjunarodnom i državnom planu (veze sa medjunarodnim organizacijama - prerogativi za pravnog naslednika Jugoslavije) za učešće na nivou CGPM,
- jedinstvo mera,
- izrada dokumenata za funkcionisanje sistema,
- postavljanje primarne laboratorije (veza sa CZMZM)
- postavljanje primarnih, sekundarnih i radnih etalona jedinice dužine i dr.
- definisanje metoda prenoššenja jedinica dužine.

Pod uslovom da se stvori pravna baza za egzistiranje metrološkog sistema Srbije, neophodna je izrada (dopuna) postojećih propisa.

3.2 IZRADA PRAVILNIKA I METROLOŠKIH UPUTSTAVA ZA MAŠINE ZA MERENJE DUŽINE

Trokoordinatne merne mašine, mikroskope (optičke), univerzalne, alatne i merne instrumente za aktivnu kontrolu (u toku procesa izrade - obrade).

SE GRADE OD KOMPONENTI TIPA MERNI INSTRUMENT

Na osnovu pregleda jugoslovenskih standarda, standardima su obuhvaćena merila opšte namene - merne trake, merne letve i dr.; granična merila - tolerancijska merila tipa račve, čep, prsten, merila za navoj i pomična merila (pedeset standarda za vremenski period do 1986.g.).

3.4 DOPUNA DRŽAVNIH STANDARDA ZA MERNE INSTRUMENTE

Pri izradi propisa i standarda neophodno je ugraditi EN9000 i druge svetske propise CGPM, s obzirom da Srbija nema savremenu metrološku opremu (većina opreme datira od 1961. do 1984.g., samo jedan komplet graničnih merila je iz 1990.g.).

3.5 FORMIRANJE OVLAŠĆENIH LABORATORIJA

Kod formiranja ovlašćenih laboratorija nneophodno je:

- formirati dislocirani sistem (tehničko - regionalnih) ovlašćenih laboratorija sa opremom prema svetskim standardima, ili
- izvršiti doopremanje postojećih laboratorija savremenijom opremom.

3.6 IZBOR KADROVA

U pogledu izbora kadrova predlaže se sistematsko inoviranje znanja specijalnim ili stalnim kursevima u okviru već postojećeg sistema Srbije.

ETALON JEDINICE DUŽINE (Primarne, sekundarne, radne) Tabela 1

Red br.	Naziv	Oznaka/Šifra		Godina	Zakon			Napomena
		SZMDM	MEDj		SL	GL	God	
1.	Pravilnik o načinu upotrebe i klasifikaciji etalona jedinice dužine Pravilnik o izmenama i dopunama prethodnog pravilnika				9 59 20 5 68	 1	84 86 89 85 90 85	 str.199-200 str.2023 str.155-159
2.	Klasifikacija etalona jedinice dužine i metode za prenošenje vrednosti jedinice dužine sa jugoslovenskog (primarnog) etalona na sekundarne i radne etalone					4	90	str.1-8
3.	Pravilnik o metrološkim uslovima za sekundarne etalone jedinice dužine	SE.D-0/1			58		85	str.1544-1547
4.	Pravilnik o metrološkim uslovima za radni etalon-prsten i radni etalon valjak	RE.D-0/1			5		85	8.2.'85 str.198-199
5.	Pravilnik o metrološkim uslovima za radne etalone hrapavosti	RE.D-16/1			52		86	
6.	Pravilnik o metrološkim uslovima za radne etalone - merne lenjire	RE.D-1/2			56		87	str.1388-1390
7.	Pravilnik o metrološkim za radne etalone merne lenjire klase tačnosti M, 0, I i 2	RE.D-1/1			85		87	str.2331-2333
8.	Pravilnik o metrološkim uslovima za merila dužine opšte namene	D.-0/1			18 26		88 90	str.514-519 str.945
9.	Metrološko uputstvo za pregled etalon prstena i etalon valjaka - radnih etalona jedinice dužine	RE.D-0/1				3	85	str.149-153
10	Pravilnik o metrološkim uslovima za radne etalone - LIMBOVE	RE.W-0/2			21		86	str.606-607

Granična merila Tabela 2

Red br.	Naziv	Oznaka/Šifra		Godina	Zakon			Napomena
		SZMDM	MEDj		SL	GL	God	
11.	Pravilnik o metrološkim uslovima za radne etalone - uredjaje za pregled planparalelnih graničnih merila	RE.D-0/1			48		85	str.1382-1385
12.	Pravilnik MUS ga granične planparalelne mere	D-9/2			72		90	str.2136-214 tabele, oblici, tolerance i dr.
13.	Pravilnik o metrološkim uslovima za planparalelna granična merila dužine				10		82	str.290-296
14.	Pravilnik o metrološkim uslovima za granične planparalelne mere dužine	D-5/2			72		90	str.2136-2141
15.	Metrološko uputstvo za pregled uredjaja za pregled planparalelnih graničnih merila	RE.D-5/2				1	87	str.4-6
16.	Metrološko uputstvo za pregled radnih etalona - graničnih planparalelnih mera dužine	RE.D-5/2				4	90	str.17-25

Ključasta merila (pomična merila) Tabela 3

Red br.	Naziv	Oznaka/Šifra		Godina	Zakon			Napomena
		SZMDM	MEDj		SL	GL	God	
17.	Metrološko uputstvo za pregled pomičnih merila	D-6/1				3	87	str.4-7
18.	Metrološko uputstvo za statistički pregled pomičnih merila	D-6/2				3	87	str.7-8
19.	Pravilnik o metrološkim uslovima za pomična merila dužine mernog opsega do 2000mm, sa vrednošću podeljka 0,1mm i 0,05mm	D-6/1			1		85	str.1-5 (11.01.85)

Mikrometri Tabela 4

Red br.	Naziv	Oznaka/Šifra		Godina	Zakon			Napomena
		SZMDM	MEDj		SL	GL	God	
20.	Pravilnik o metrološkim uslovima za mikrometre za spoljašnje merenje mernog opsega do 500mm	D-7/1			54		85	str.1456-1459
21.	Metrološko uputstvo za statistički pregled mikrometarskih merila	D-7/2				4	87	str.18-19
22.	Metrološko uputstvo za pregled mikrometara za spoljašnje merenje	D-7/1				3	87	str.9-13

Komparatori (merni satovi) Tabela 5

Red br.	Naziv	Oznaka/Šifra		Godina	Zakon			Napomena
		SZMDM	MEDj		SL	GL	God	
23.	Pravilnik o metrološkim uslovima za radne etalone - uredjaje za pregled mernih satova	RE.D-9/1			35		86	str.1065-1066
24.	Pravilnik o metrološkim uslovima za mehaničke merne satove sa vrednošću podeljaka skale 0,01mm i sa mernim hodom do 100mm	D-9/2			11		90	str.610-612
25.	Pravilnik o metrološkim uslovima za mehaničke merne satove sa zakretnim mernim pipkom sa podeljkom skale od 0,01 ili 0,02mm	D-9/4			14		91	str.237-238
26.	Metrološko uputstvo za pregled radnih etalona uredjaja za pregled mernih satova	RE.D-9/1				1	87	str.7-8
27.	Metrološko uputstvo za pregled mernih satova	D-9/1				3	87	str.14-15

Primedba:
SZMDM - Savezni zavod za mere i dragocene metale
MEDj - Medjunarodni propisi
SL - Službeni list
GL - Glasnik SZMDM

(1) Commission of the European Communities, a global approach to certification and testing (Quality measures for Industrial products), Brussels, 24 July 1989

(2) Commission of the European Communities, Completing the internal market (White paper from the Commission), Milan, 28-29 June 1985

(3) Službeni list SFRJ br.66/1984

(4) Jugoslovenski standardi, oznake K.T1.00; K.T2.00; K.T3.00 od 1960. do 1986.g. (ukupno 50)

(5) Službeni list 10/82
(6) "" 09/84
(7) "" 01/85
(8) "" 05/85
(9) "" 48/85
(10) "" 58/85
(11) "" 21/86
(12) "" 35/86
(13) "" 59/86
(14) "" 56/87
(15) "" 85/87
(16) "" 18/88
(17) "" 20/89
(18) "" 11/90
(19) "" 26/90
(20) "" 72/90
(21) "" 14/91
(22) Glasnik SZMDM 10/82
(23) "" 03/85
(24) "" 01/87
(25) "" 03/87
(26) "" 04/87
(27) "" 04/90

ZADACI OBEZBEĐENJA KVALITETA PROIZVODA (QUALITY ASSURANCE)

Dr Branko Popović, redovni profesor Institut za industrijske sisteme, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu

ABSTRACT: Product quality is one of most important factors for sucess at the European market. Developing of new Quality control systems at EEZ countries is going on after accepting standards ISO 9000 and EN 29000 and after planning specification sign of EEZ "CE". These text deals about basic elements of new domestic Quality control system which will be as good as european systems are and suitable to apply in new domestic metal industry.

1.UVOD

Jedan od najznačajnijih rezultata u poslovanju preduzeća je kvalitet njegovih proizvoda ili usluga /1/. Širom sveta je prisutna tendencija sve strožijih zahteva potrošača proizvoda ili korisnika usluga u pogledu kvaliteta /7/. Došlo se do saznanja da su stalna poboljšanja kvaliteta proizvoda neophodna za postizanje i održavanje dobrog i rentabilnog poslovanja /2/.

Kvalitet je skup svih svojstava i karakteristika proizvoda ili usluga, koje se odnose na mogućnost da zadovolje utvrđene ili indirektno izražene potrebe /6/. Kontrola kvaliteta proizvoda proverava da li proizvod ispunjava zahteve u pogledu kvaliteta odnosno utvrđuje ispravnost proizvoda u pojedinim fazama ciklusa proizvoda /4/. Upravo je u toku velika akcija "Evropa 1992", sa novim internacionalnim (ISO 9000-9004), evropskim (EN 29000-29004) i jugoslovenskim standardima (JUS ISO 9000-9004), skore provere Sistema kvaliteta /11/ i strogo ispitivanje karakteristika kvaliteta proizvoda u akreditovanim laboratorijama /10/.

2.UPRAVLJANJE KVALITETOM

Sve opšte namere i ciljevi preduzeća u pogledu kvaliteta proizvoda predstavljaju Politiku kvaliteta koju utvrđuje najviši rukovodeći organ u preduzeću odnosno, direktor. Upravljanje kvalitetom proizvoda ostvaruje Sistem kvaliteta kao oblik ukupne funkcije upravljanja koji se

kvaliteta koristi svoje podsisteme Kontrole kvaliteta i Obezbeđenja kvaliteta /12/.

Podsistem kontrole kvaliteta provodi ulaznu, procesnu i izlaznu kontrolu proizvoda uz minimalne troškove, provodeći sve planirane i sistematske mere neophodne za sticanje internog poverenja rukovodstva i eksternog poverenja potrošača da će proizvod ispuniti utvrđene zahteve u pogledu kvaliteta /5/, kao što je shematski prikazno na slici 1.

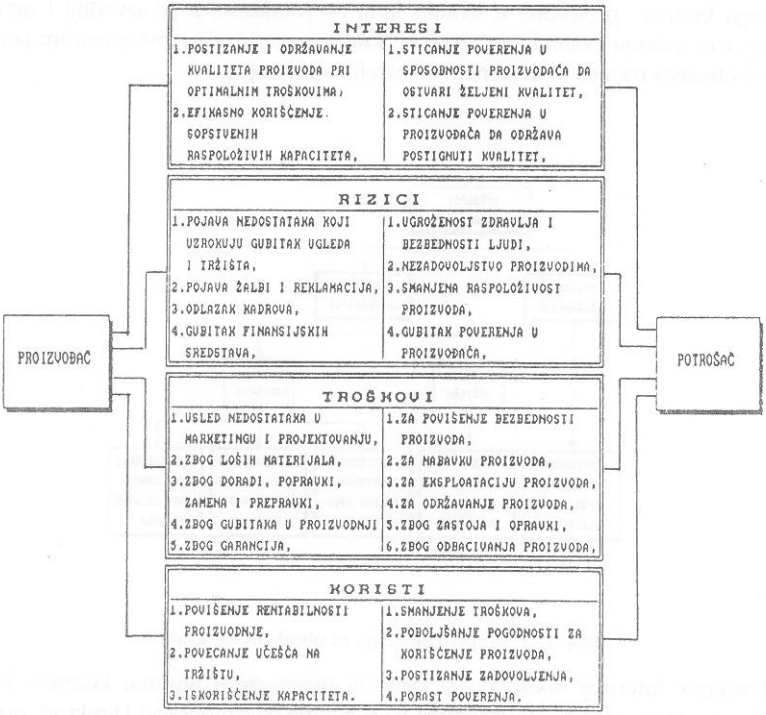
Slika 1 - Koncepcije Politike kvaliteta

Proizvođač i Potrošač, koji koristi njegove proizvode, sklapaju Ugovor o projektovanju, izradi, isporuci i servisiranju proizvoda, koji je snabdeven potrebnim tehničkim specifikacijama. Sistem kvaliteta koji provodi upravljanje mora voditi računa o postojanju dva međusobno povezana gledišta Proizvođača i Potrošača u pogledu njihovih: interesa, rizika, troškova i koristi, koja su shematski prikazana na slci 2. Ova gledišta iako su povezana ipak su različita pa je za njihovo definisanje neophodno da se u Sistemu kvaliteta pribave objektivni dokazi u obliku informacija i podataka za kvalitet proizvoda /8/.

Međutim tehničke specifikacije same po sebi ne mogu predstavljati garanciju da će zahtevi Potrošača biti dosledno ispunjeni jer je uvek moguća pojava nedostataka u specifikacijama ili u organizacionom sistemu Proizvođača, pri projektovanju i izradi proizvoda. Zato je razvijen poseban sistem ISO standarda /9/ kojim se postavlja Sistem za upravljanje kvalitetom proizvoda, koji racionalno ispunjava postavljene zahteve Potrošača.

3. SISTEM KVALITETA

Sistem kvaliteta je po funkcionalnom delovanju upravljački sistem u sistemu upravljanja kvalitetom, koji deluje na objekt Tehnološkog sistema. Direktor preduzeća izvesnog Proizvođača razvija, uspostavlja i aktivira Sistem kvaliteta kao sredstvo pomoću kojeg se mogu ostvariti utvrđena Politika kvaliteta i njeni ciljevi.



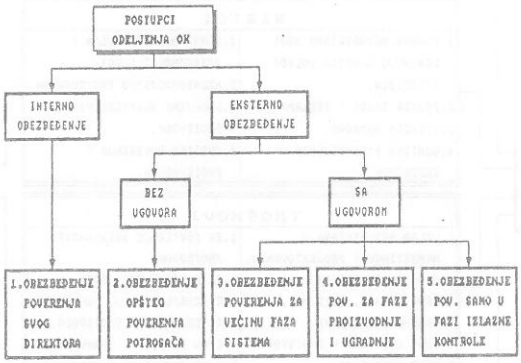
Slika 2 - Hledišta proizvođača i potrošača

4.PODSISTEM OBEZBEĐENA KVALITETA

Podsistem Kontrole kvaliteta ostvaruje upravljanje u Sistemu kvaliteta, a podsistem Obezbeđenja kvaliteta provodi sve planirane i sistematske mere neophodne za sticanje internog poverenja rukovodstva i eksternog poverenja potrošača. Utvrđenu Politiku kvaliteta Direktor utvrđuje i razvija, a ostvaruje Sistem kvaliteta pa kao rezultat nastaje Kvalitet proizvoda /12/. Potrošač i Proizvođač utvrđuju međusobni Ugovor o projektovanju, izradi, isporuci i servisiranju

proizvoda, koji sadrži definisane zahteve i očekivanja Potrošača i obaveze Proizvođača. Kolaćeno, delatnost Sistema kvaliteta podleže posebnim proverama i preispitivanjima /3/.

Podsistem Obezbeđenja kvaliteta u svojoj strukturi sadrži Odeljenje za obezbeđenje kvaliteta, koji neposredno provode postupke obezbeđenja kvaliteta. Postupci obezbeđenja kvaliteta u Odeljenju za obezbeđenje kvaliteta zavise od prisutne koncepcije Politike kvaliteta kao i od toga da li su Proizvođač i Potrošač sklopili Ugovor. Tako se mogu razlikovati sledeći postupci prema shemi na slici 3: 1. Internog i 2. Eksternog obezbeđenja kvaliteta proizvoda bez sklopljenog Ugovora, kao i 3. Eksternog obezbeđenja kvaliteta proizvoda u projektovanju, izradi i kontroli (odnosno: u projekovanju/razvoju, proizvodnji, ugradnji i servisiranju), 4. Eksternog obezbeđenja kvaliteta proizvoda u izradi i kontroli (odnosno: u proizvodnji i ugradnji) i 5. Eksternog obezbeđenja kvaliteta proizvoda u kontroli, sa sklopljenimUgovorom između Proizvođača i Potrošača (odnosno u završnoj kontroli i ispitivanju).



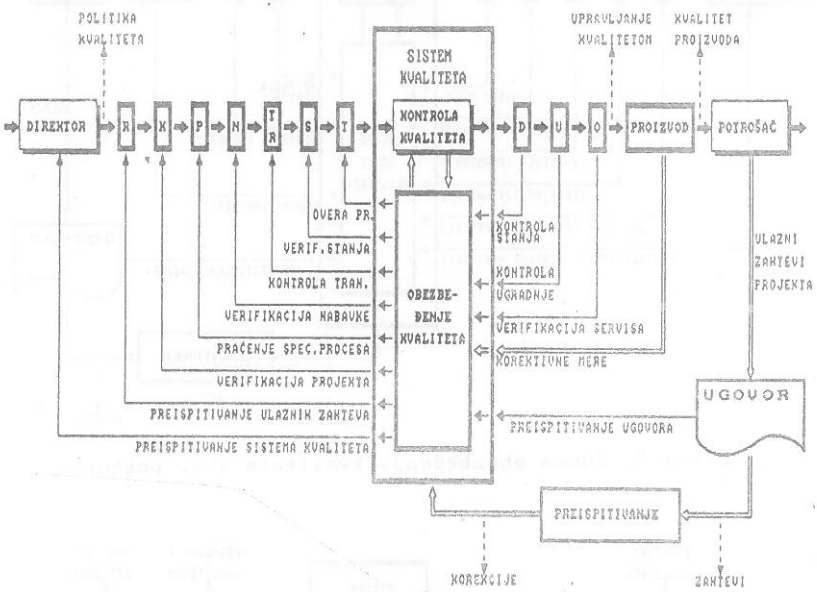
Slika 3 - Postupci Odeljenja za obezbeđenje kvaliteta

Postupak Internog obezbeđenja kvaliteta proizvoda u Sistemu kvaliteta Proizvođača predstavlja niz aktivnosti koje su usmerene na stvaranje poverenja kod Direktora preduzeća da će se postići zahtevani kvalitet proizvoda. Postupak Eksternog obezbeđenja kvaliteta proizvoda bez ugovora predstavlja obezbeđenje opšteg poverenja Potrošača koje obuhvata niz aktivnosti koje su usmerene na stvaranje poverenja kod Potrošača da će Proizvođač postići zahtevani kvalitet proizvoda. Poslednja 3 postupka su posebno interesantna pa će se detaljnije razmotriti.

5. POTUPCI OBEZBEĐENJA KVALITETA SA UGOVOROM

Postupak Eksternog obezbeđenja kvaliteta u projektovanju, izradi i kontroli proizvoda utvrđuje zahteve za Sistem kavliteta Proizvođača koji se ugovorom obavezao da će pokazati svoju sposobnost u projektovanju, izradi i kontroli proizvoda, prema shemi na slici 4. Postupak je primenljiv u sledećim ugovornim situacijama: 1. kada Ugovor predviđa rad na projektovanju

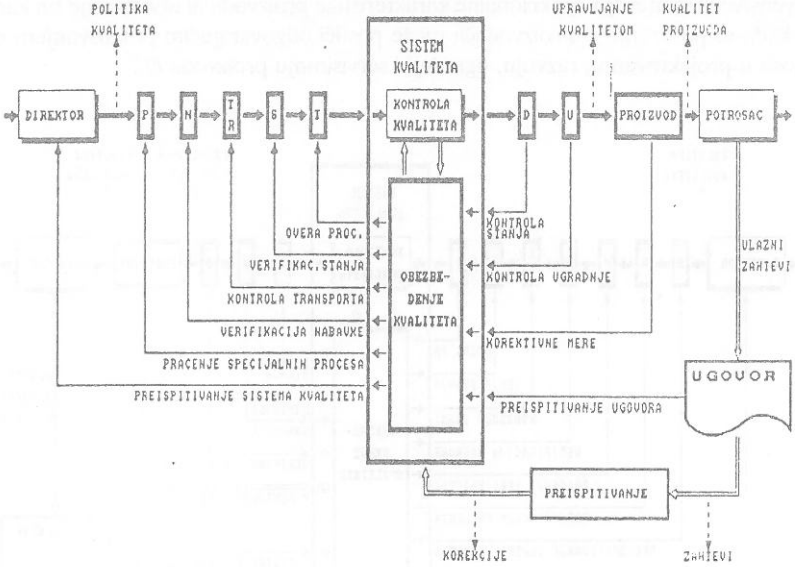
jer se prvenstveno zahtevaju funkcionalne karakteristike proizvoda ili utvrđivanje tih karakteristika i 2. kada se poverenje u Proizvođača može postići odgovarajućim prikazivanjem njegovih sposobnosti u projektovanju, razvoju, ugradnji i servisiranju proizvoda /9/.



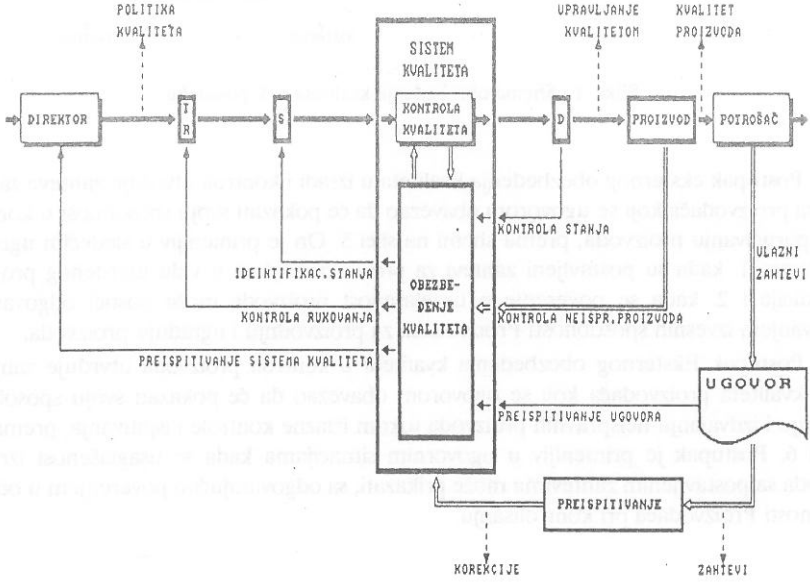
Slika 4 - Shema obezbeđenja kvaliteta u 3. postupku

Postupak eksternog obezbeđenja kvaliteta u izradi i kontroli utvrđuje zahteve za Sistem kavliteta proizvođača koji se ugovorom obavezao da će pokazati svoju sposobnost u kontrolisanju i isporučivanju proizvoda, prema shemi na slici 5. On je primenljiv u sledećim ugovornim situacijama: 1. kada su postavljeni zahtevi za proizvod izraženi u vidu utvrđenog projekta ili specifikacije i 2. kada se poverenje u usaglašenost proizvoda može postići odgovarajućim prikazivanjem izvesnih sposobnosti Proizvođača za proizvodnju i ugradnju proizvoda.

Postupak Eksternog obezbeđenja kvaliteta u kontroli proizvoda utvrđuje zahteve za Sistem kvaliteta proizvođača koji se ugovorom obavezao da će pokazati svoju sposobnost u otkrivanju i izdvajanju neispravnih proizvoda tokom izlazne kontrole i ispitivanja, prema shemi na slici 6. Postupak je primenljiv u ugovornim situacijama kada se usaglašenost izrađenog proizvoda sa postavljenim zahtevima može prikazati, sa odgovarajućim poverenjem u određene sposobnosti Proizvođača pri kontrolisanju.



Slika 5. Shema obezbeđenja kvaliteta u 4. postupku



Slika 6. Shema obezbeđenja kvaliteta u 5. postupku

Velika akcija "Evropa 1992" Evropske ekonomske zajednice bitno će izmeniti domaću industrijsku proizvodnju jer kvalitet proizvoda dobija nove elemente i postaje upravljačka veličina u definisanom Sistemu kvaliteta . Sada direktor preduzeća utvrđuje Politiku kvaliteta kao svoje opšte namere i ciljeve u pogledu kvaliteta. Ove novine će svakako bitno izmeniti uslove na tržištu, a time i našu industrijsku proizvodnju koju moramo brzo prilagoditi novim elementima.

7. LITERATURA

/1/ A.V. Feigenbaum: Total Quality Control. Engineering and Management, Mc Graw Hill Book Co., New York 1961.

/2/ P. Crosby: Quality is Free, Mc Graw Hill Book Co., New York 1961.

/3/ B. Popović, B. Kamberović: Upravljanje kvalitetom proizvoda. Naučna knjiga, Beograd 1985.

/4/B. Popović, B. Kamberović: Merenje i kontrola geometrije proizvoda, Naučna knjiga , Beograd 1986.

/5/ B. Popović, B. Kamberović: Upravljanje kvalitetom, Zbirka rešenih zadataka sa objašnjenjima. Naučna knjiga, Beograd 1987.

/6/ W. Masing: Handbuch der Qualitatssicherung, Carl Hanser Verlag, Munchen-Wien, 1988.

/7/ Ph. J. Ross: Taguchi Techniques for Quality Engineering. Mc Graw Hill Book Co., New York 1988.

/8/ H. Rinne, H.J. Mittag: Statistische Methoden der Qualitats sicherung. Carl Hanser Verlag, Munchen-Wien 1989.

/9/ Standardi za upravljanje kvalitetom i obezbeđenje kvaliteta, JUS ISO 9000-9004, 1991.

/10/ Opšti kriterijumi za rad laboratorija za ispitivanje, JUS EN 45 001, 1991.

/11/ Smernice za proveravanje Sistema kvaliteta, JUS ISO 10 011- 1 do 10 011-3, 1992.

/12/ B. Popović: Obezbeđenje kvalitetom proizvoda (Quality assurance), Nauka Beograd 1992.

PROBLEMI UPRAVLJANJA KVALITETOM PROIZVODA (QUALITY MANAGEMENT)

Dr Branko Popović, redovni profesor, Insitut za industrijske sisteme, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu

Summary

In the last few years we have been meeting with: great action "Europe 1992", accurrence of new international (ISO 9000-9004), European (EN 29000-29004) and Yugoslav standards (JUS ISO 9000-9004), forthcoming verifications of product quality inaccredited laboratories. These novelties will essentialy change conditions in domestic and foreign market and by this our industrial production which we have rapidly adapt to new elements. For that reasons, it specilly significant to introduction QUALITY MANAGEMENT function which is considered with more details in the paper.

1. UVOD

Jedan od najznačajnijih rezultata u poslovanju preduzeća je kvalitet njegovih proizvoda ili usluga /1/. Širom sveta je prisutna tendencija sve strožijih zahteva potrošača proizvoda ili korisnika usluga u pogledu kvaliteta /2/. Došlo se do saznanja da su stalna poboljšanja kvaliteta proizvoda neophodna za postizanje i održavanje dobrog i rentabilnog poslovanja /6/.

Upravljanje kvalitetom proizvoda je nova funkcija Proizvodnog sistema u industriji koja ima zadatak racionalnog povišenja kvaliteta proizvoda. To nije ona, ranija, pasivna Kontrola kvaliteta koja je bila ograničnena samo na pregled, merenje i izdvajanje neispravnih proizvoda, koja se nije upuštala u tehnološke procese.

Savremena industrijska proizvodnja zasnovana je na kibernetskim principima koje primenjuju upravljivi sistemi u industriji odnosno Industrijski sistemi, kao što su: Radni, Tehnološki, Proizvodni, Poslovni itd. sistemi /8/.

Kvalitet je skup svih svojstava i karakteristika proizvoda ili usluga, koje se odnose na mogućnost da zadovolje utvrđene ili indirektno izražene potrebe /9/. Svojstva proizvoda se odnose na kvantitativna i kvalitativna trajna obeležja (materijala, konstrukcije, itd.), a karakte-

količina, itd.). U Metalskoj industriji veći značaj imakvalitet proizvoda u odnosu na kvalitet usluga /3/.

Kontrola kvaliteta predstavlja aktivnost i mere koje se koriste za utvrđivanje ispunjavanja zahteva u pogledu kvaliteta, odnosno utvrđuje ispravnost proizvoda u pojedinim fazama ciklusa proizvoda /5/. U odnosu na kontrolu kvaliteta Merenje se odnosi samo na jednu veličinu proizvoda (npr. geometrijsku) i utvrđivanje njene vrenosti /4/.

U toku je velika akcija "Evropa 1992" sa novim internacionalnim (ISO 9000-9004), evropskim (EN 29000-29004) i jugoslovenskim standardima (JUS ISO 9000-9004), skore provere Sistema kvaliteta /11/ i strogog ispitivanja karakteristika kvaliteta proizvoda u akreditovanim laboratorijama /10/.

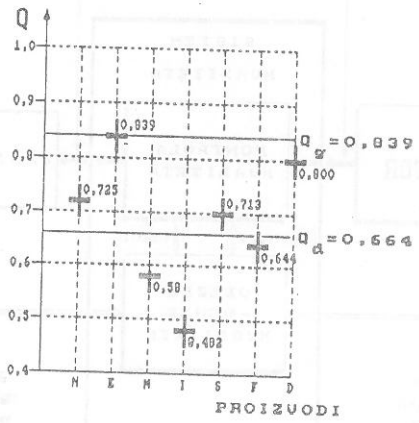
2. KVALITETI PROIZVODA

Kvalitet izrađenog proizvoda definišu bitna svojstva i karakteristike kvaliteta u konstrukciji, izradi i eksploataciji jer se kvalitet proizvoda stvara i kod proizvođača i kod korisnika /5/. Stvaranje kvaliteta kod proizvođača odvija se u Radnim sistemima: IT-istraživanja potreba za proizvodima na tržištu, R- razvoja proizvoda, K-konstruisanja proizvoda, N-nabavke materijala i opreme za proizvodnju, P-planiranja i pripreme proizvodnje, TR-transporta materijala, opreme poluproizvoda i proizvoda tokom radnih procesa, S-skladišta za materijal, opremu i poluproizvode, T-tehnologije rada, QC-upravljanja kvalitetom proizvoda, D-prodaje i distribucije proizvoda na tržištu, U- ugradnje proizvoda na mestu upotrebe i puštanja u rad, kao i O- tehničke pomoći i održavanja tokom eksploatacije proizvoda kod korisnika ili potrošača, a stvaranje kvaliteta kod korisnika u sistemu: E-eksploatisanja proizvoda.

Stvoreni kvaliteti u ovim Radnim sistemima su Fazni kvaliteti koji omogućavaju definisanje vrednosti Kvaliteta proizvoda Qi i njegovih Osnovnih kvaliteta: Qk-konstrukcije, Qi-izrade i Qe- eksploatacije proizvoda. Konačno, definisani Osnovni kvaliteti proizvoda omogućuju određivanje vrednosti Kvaliteta proizvoda prema:

$$Q = \frac{Q_k + Q_i + Q_e}{\sum_{i=1}^{m} k_i} \qquad (1)$$

Kvalitet proizvoda ima vrednost: $0 \leq Q$, pri čemu proizilazi da proizvod sa $Q \cong 0$ nema nikakav kvalitet, a proizvod sa $Q \cong 1$ ima vrhunski kvalitet. Poznavanje vrednosti kvaliteta konkurentskih proizvoda koristi se za ostvarenje zadataka u Sistemu kvaliteta, kao što su: 1. upoređenje vrednosti Kvaliteta sopstvenog proizvoda sa Kvalitetom konkurentskih proizvoda, 2. određivanje gornje i donje kontrolne granice za Kvalitet sopstvenog proizvoda i 3. kontrolisanje vrednosti Kvaliteta sopstvenog proizvoda u odnosu na postavljene kontrolne granice, kao što je shematskiprikazano na slici 1, za izvestan N-nemački, E-engleški, M-mađarski, I- italijanski, S-sovjetski, F-francuski, D-domaći proizvod.



Slika 1 - Određivanje kontrolnih granica za Kvalitet proizvoda

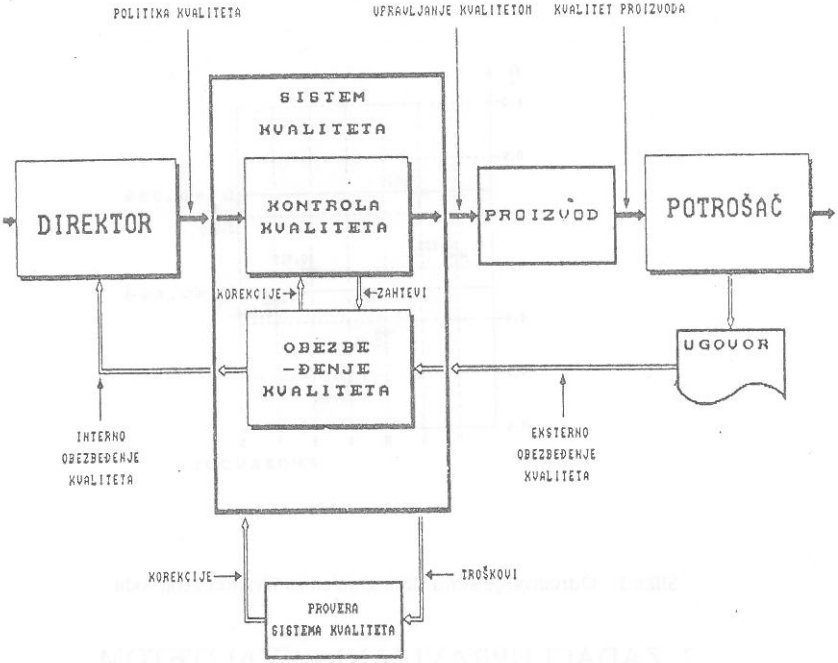
3. ZADACI UPRAVLJANJA KVALITETOM

Upravljanje kvalitetom proizvoda je funkcija Proizvodnog sistema koji ima zadatak racionalnog povišenja kvaliteta proizvoda, prema postavljenoj Politici kvaliteta, odnosno proces izvesnog Sistema upravljanja, koji ima rednu spregu Upravljačkog sistema i upravljanog Objekta. Sistem upravljanja kvalitetom ima sledeće 3 funkcije: upravljanja kvalitetom proizvoda, internog obezbeđenja kvaliteta i eksternog obezbeđenja kvaliteta proizvoda, koje realizuju njegovi podsistemi Kontrole i Obezbeđenja kvaliteta.

Utvrđenu Politiku kvaliteta Direktor utvrđuje i razvija, a ostvaruje Sistem kvaliteta pa kao rezultat nastaje kvalitet proizvoda. Potrošač i Proizvođač utvrđuju međusobni Ugovor o projektovanju, izradi, isporuci i srevisiranju proizvoda, koji sadrži definisane zahteve i očekivanja Potrošača i obaveze Proizvođača. Konačno, delatnost Sistema kvaliteta podleže posebnim proverama i preispitivanjima, kao što je shematski prikazano na slici 2.

Sistem kvaliteta u svojim podsistemima Kontrole kvaliteta i obezbeđenja kvaliteta sadrži: potencijale odnosno resurse, postupke i dokumentaciju. Potencijali Sistema obuhvataju stručni kadar opremu, softver i dokumentaciju, a nalaze se u njegovoj strukturi.

Postupci upravljanja u Sistemu kvaliteta obuhvataju: operativno upravljanje, proveru upravljanja kao i preispitivanje upravljanja. Provera upravljanja predstavlja postupak redovnog proveravanja sistema kvaliteta radi utvrđivanja efikasnosti svojih elemenata, postizanja utvrđenih ciljeva kvaliteta kao i razmatranja Operativnih i Eksternih troškova kvaliteta /7/. Preispitivanje upravljanja je nezavisno proveravanje Sistema kvaliteta koje se sastoji od dobro organizovanog i opsežnog ocenjivanja.



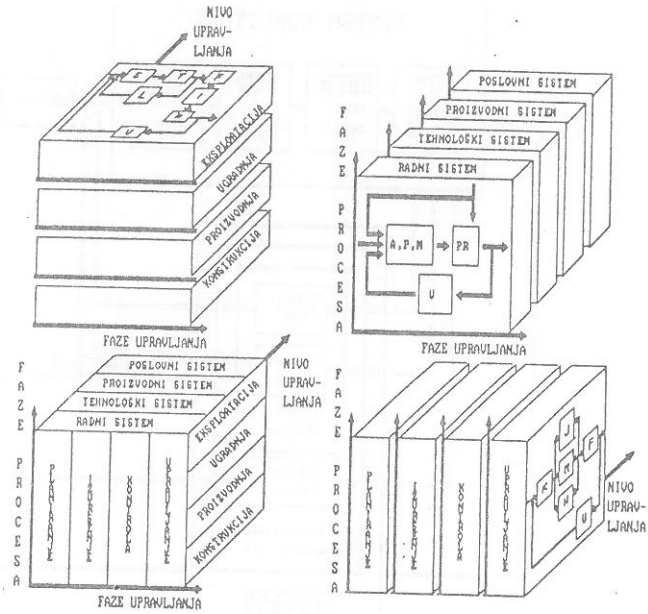
Slika 2 - Funkcije upravljanja i obezbeđenja kvaliteta

Upravljanje procesom u bilo kojoj situaciji zahteva: određivanje ciljeva, kriterijuma, etapa i metoda za njihovo postizanje, obezbeđenje saglasnosti svih učesnika za ostvarenje cilja, neophodnih sredstava kao i ostvarenje planova, proveru tačnosti dostignutih ciljeva i ispunjenih kriterijuma, priemnu korektivnih mera (upravljačkih akcija) u slučajevima odstupanja kao i izbegavanje ranije učinjenih grešaka.

4. SISTEM KVALITETA

Sistem kvaliteta obuhvata: organizacionu strukturu, odgovornosti, postupke, procese i resurse za ostvarenje upravljanja kvalitetom. Organizaciona struktura Sistema kvaliteta mora biti jasno utvrđena u okviru ukupnog upravljanja preduzećem, sa definisanim tokovima ovlašćenja i komuniciranja /11/.

U strukturi Sistema kvaliteta nalaze se podsistemi Kontrole kvaliteta i Obezbeđenja kvaliteta koji sadrže: potencijale odnosno resurse, postupke i dokumentaciju. Sistemi kvaliteta formiraju svoje strukture ili delove struktura na izvesnom: 1. nivou upravljanja, 2. fazi upravljanja i 3. fazi proizvodnog procesa. Na slici 3. prikazana je shema formiranja struktura i delova struktura na nivoima i fazama upravljanja, kao i fazama proizvodnog procesa.

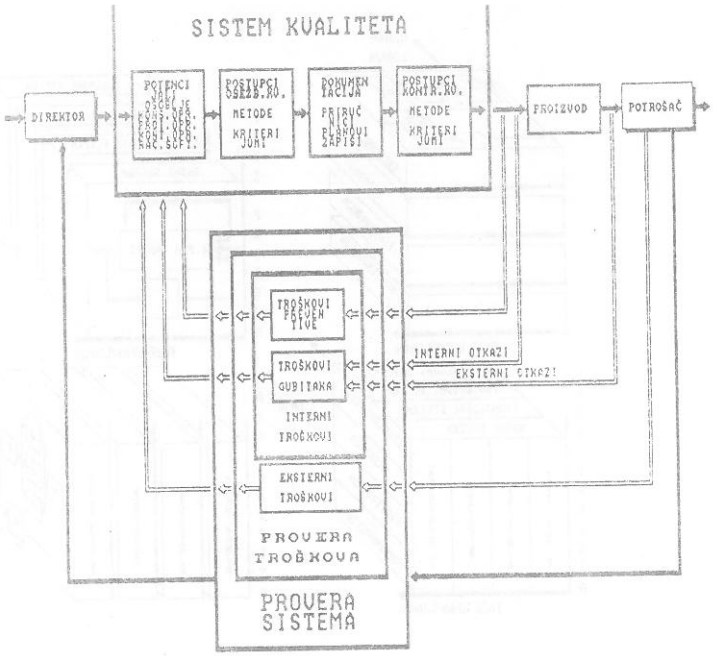


Slika 3. Shema formiranja struktura Sistema kvaliteta

Posebni značaj ima formiranje strukture Sistema kvaliteta na niovu Proizvodnog sistema, sa fazama upravljanja i proizvodnog procesa. Sistem kvaliteta na nivou proizvodnog sistema obuhvata delatnost: radnih sistema, ulazne, procesne i izlazne kontrole kao i: fizičke, hemijske, metalografske, tehnološke, metrološke i eksperimentalne laboratorije.

5. OPERATIVNO UPARVLJANJE

Postupci upravljanja kvalitetom obuhvataju: operativno upravljanje, proveru i preispitivanje upravljanja. Operativno upravljanje omogućava provođenje Politike kvaliteta primenom: posupaka i preventivnih mera. Postupci omogućavaju koordinaciju raznovrsnih aktivnosti efikasnog sistema kvaliteta, a preventivne mere sprečavaju pojave problema u upravljanju, a neumanjuju sposobnost reagovanja na otkaze i njihovo otklanjanje. Provera upravljanja obuhvata postupak proveravanja i ocenjivanja efikasnosti Sistema kvaliteta razmatranjem operativnih troškova (preventive i gubitaka) i eksternih troškova kvaliteta, kao što je shematski prikazano na slici 4. Preispitivanje upravljanja je nezavisno proveravanje Sistema kvaliteta /12/.



Slika 4 - Operativno upravljanje u Sistemu kvaliteta

6. ZAKLJUČAK

Velika akcija "Evropa 1992" bitno će izmeniti domaću industrijsku proizvodnju jer kvalitet proizvoda dobija nove elemente i postaje upravljačka veličina u definisanom sistemu kvaliteta. Ove novine će svakako bitno izmeniti uslove na tržištu, a time i našu industrijsku proizvodnju koju moramo brzo prilagoditi novim elementima.

7. LITERATURA

/1/ A.V.Feigenbaum: Total Quality Control. Engineering and Managenent, Mc Graw Hill Book Co., New York 1961.

/2/ P. Crosby: Quality is free. Mc Graw Hill Book Co., New York 1961.

/3/ B. Popović, B. Kamberović: Upravljanje kvalitetom proizvoda. Naučna knjiga, Beograd 1985.

/4/ B. Popović, B. Kamberović, Merenje i kontrola geometrije proizvoda. Naučna knjiga, Beograd 1986.

/5/ B. Popović, B. Kamberović: Upravljanje kvalitetom, zbirka rešenih zadataka sa objašnjenjima. Naučna knjiga, Beograd 1987.

/6/ W. Masig: Handbuch der Qualitatssicherung. Carl Hanser Verlag, Munchen-Wien, 1988.

/7/ Ph. J. Ross: Taguchi Techniques for Quality Engineering. Mc Graw Hill Book Co., New York 1988.

/8/ H. Rinne, H.J.Mittag: Statistische Methoden der Qualitatssicherung. Carl Hanser Verlag, Munchen-Wien, 1989.

/9/ Standardi za upravljanje kvalitetom i obezbeđenje kvaliteta, JUS ISO 9000-9004, 1991.

/10/ Opšti kriterijumi za rad laboratorija za ispitivanje, JUS EN 45 001, 1991.

/11/ Smernice za proveravanje Sistema kvaliteta, JUS ISO 10 011-1 do 10 011-3, 1992.

/12/ Popović: Obezbeđenje kvalitetom proizvoda (Quality Assurance), Nauka, Beograd 1992.

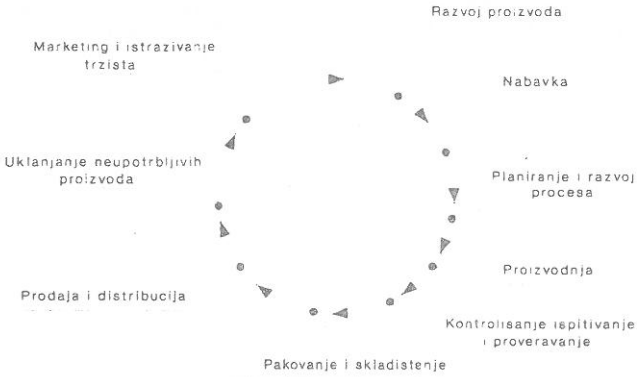
CAQ MODUL U METALOPRERADJIVAČ KOJ INDUSTRIJI

Dr Vojislav Stoiljković, red.prof., Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu
Dr Miodrag Arsić, van.prof., Elektronski fakultet Univerziteta u Nišu
Dr Miodrag Stojiljković, van.prof., Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu

U ovom radu se izlaže mogući koncept CAQ modula u metalopreradjivačkim organizacijama. U tom konceptu se polazi od automatske akvizicije vrednosti svih veličina koje definišu kvalitet proizvodnog procesa i kvaliteta proizvoda. Za akviziciju se koriste kontaktni ili beskontaktni senzori povezani sa PC računarima, koji su dalje povezani u Ethernet LAN mrežu. Tako se dobija jedinstven informacioni sistem za CAQ modul sa CAQ bazom podatka, kao nezavisna celina u okviru CIM koncepta preduzeća. Povezivanje razdeljenih baza podataka pojedinih modula CIM-a vrši se preko odgovarajućih interfejsa i software na bazi ORACLE.

1. UVOD

Jedan od osnovnih ciljeva svakog preduzeća je postizanje kvaliteta svojih proizvoda na nivou višem od kunkurencije. Da bi se ostvario taj cilj preduzeća moraju da budu tako organizovana da se tehnički, organizacioni i ljudski faktor, koji utiču na kvalitet njenih proizvoda drže pod kontrolom. Svaka takva kontrola treba da se usmeri na smanjenje, uklanjanje i najvažnije, na sprečavanje nedostataka u pogledu kvaliteta. Da bi se sve to obezbedilo potrebno je da preduzeće realizuje CAQ (Computer Aided Quality) modul, u okviru ukupnog CIM koncepta.



Petlja kvaliteta

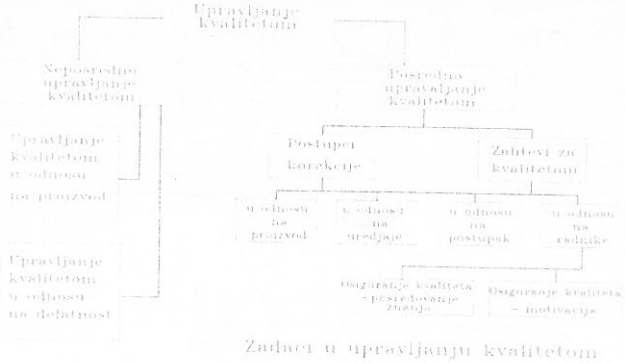
Slika 1: Petlja kvaliteta

2. ELEMENTI ZA OBEZBEDJENJE KVALITETA

Sistem kvaliteta obuhvata sve faze od utvrdjivanja do konačnog zadovoljenja tržišnih zahteva, potreba i očekivanja. Te faze i aktivnosti obuhvataju: marketing; razvoj proizvoda; nabavku; planiranje i razvoj procesa; proizvodnju; kontrolu, ispitivanje i proveravanje; pakovanje i skladištenje; prodaju i distribuciju i uklanjanje neupotrebljivih proizvoda. Šematski prikaz organizacionih elemenata i njihove povezanosti u cilju obezbedjenja potrebnog kvaliteta dat je na slici 1 (1).

Obezbedjenje kvaliteta proizvoda podrazumeva i preduzimanje potrebnih mera, koje treba da omoguće da kvalitet proizvoda postane sastavni deo svesti svih radnika preduzeća. Naime, u preduzeću mora da postoji takva klima i saznanje, da se samo kvalitetom, pored konkurentske cene i pouzdanosti u snabdevanju, može da obezbedi mesto na tržištu, a time da se obezbedi i budućnost preduzeća, kao i bolji standard radnicima. Zato mora da se izgradi politika kvaliteta u preduzeću, odnosno mora da se shvati da je uvodjenje CAQ (Computer Aided Quality) imperativ opstanka preduzeća. Obeležje modernog CAQ koncepta je informaciono tehničko povezivanje pojedinih funkcijskih područja kroz informacioni sistem kvaliteta. Pri tome se podaci o kvalitetu sakupljalju i iskorišćavaju posredstvom računara. Sva područja u jednom preduzeću imaju mogućnost da pozovu podatke o kvalitetu. Pri tome dolazi do povratne veze, odnosno gradnje upravljačkih krugova izmedju pojedinih područja. Ti upravljački krugovi mogu da budu različiti. Jedan primer su mašine, odnosno upravljački krug kvaliteta u blizini radnog mesta. Time postaje moguće da se akviziraju rezultati procesa izrade i da se pripremaju posredstvom statističke kontrole procesa (SPC).

Kvalitet proizvoda je ustvari glavni faktor njegovog plasmana na tržištu, drugim rečima, faktor tržišne egzistencije preduzeća. U cilju postizanja jednoobraznosti ispunjenja zahteva za osiguranje kvaliteta, 1987. godine su usvojeni medjunarodni standardi serije ISO 9000 do ISO 9004. Imajući u vidu da su ovi standardi opšte prihvaćeni u svetu, postoje veliki izgledi da posle 1992. godine oni predstavljaju osnovni način ponašanja i komuniciranja u domenu kvaliteta u medjunarodnoj razmeni.



Slika 2: Zadaci za upravljanje kvalitetom

3.UPRAVLJANJEKVALITETOM

Upravljanje kvalitetom, kao centralni kompleks zadataka OSIGURANJA KVALITETA obuhvata sve preventivne aktivnosti, aktivnosti nadgledanja i korigovanja za realizaciju proizvoda sa ciljem, koji ispunjava zahteve kvaliteta. Doduše, isto tako upravljanje kvalitetom se odnosi i na procese i delatnosti u preduzeću.

Upravljanje kvalitetom sledi iz planiranja kvaliteta. Ono je nezamislivo bez rezultata ispitivanja. Za upravljanje kvalitetom vredi u odnosu na proizvodnju isto kao i za planiranje kvalieta u odnosu na razvoj i konstrukciju. To su kvalitativno zavisne komponente od delatnosti, koje istovremeno i u istom rangu treba da imaju u vidu gledište osiguranja termina i optimiranje troškova (2).

Pregled kompleksa delatnosti u upravljanju kvalitetom dato je na slici 2. Na toj slici su prikazani osnovni kompleks delatnosti u upravljanju kvalitetom. Taj kompleks je veoma složen i zahteva korišćenje CAQ sistema. Jasno je da je sklonost podele troškova izmedju upravljanja kvalitetom i ispitivanja kvaliteta, izmedju predvidjanja i korigovanja, odlučujuće zavisna od brze raspoloživosti informacija o svakoj pojedinačnoj karakterističnoj vrednosti. Najzad, jasno je da sigurnost u planiranju kvaliteta zahteva dobro planiran i funkcionalno organizovan informacioni sistem sa povratnim javljanjima iz dela upravljanja kvalitetom i ispitivanja kvaliteta. Sve te zahteve moguće je rešiti u jednom integrisanom informacionom sistemu, odnosno primenom CIM - koncepta (3,4,5).

Upravljanje kvalitetom, kako je to pokazano na slici 2, može da bude (2):

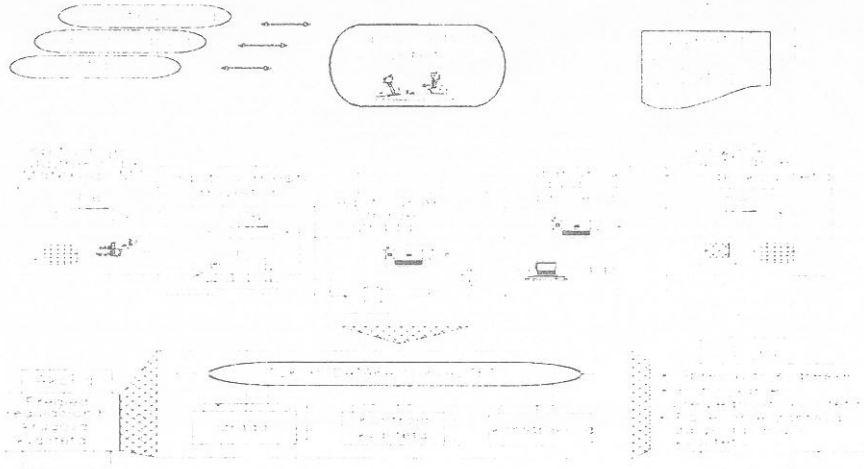
- neposredno upravljanje kvalitetom i
- posredno upravljanje kvalitetom.

U velikoserijskoj proizvodnji na automatizovanim proizvodnim linijama sa odgovarajućim stanicama treba da se razvije automatsko ispitivanje kvaliteta sa povratnom vezom rezultata ispitivanja za upravljanje karakterističnim veličinama procesa.

Neposredno upravljanje kvaliteta može da bude:

a) upravljanje kvalitetom u odnosu na proizvod i

b) upravljanje kvalitetom u odnosu na delatnost (aktivnosti).



Slika 3: Poboljšanje preglednosti i procena kvaliteta

Posredno upravljanje kvalitetom može da se ostvari postavljanjem zahteva za kvalitetom, kao i uvodjnje odgovarajućih postupaka korekcije. I jedna i druga mera mogu da budu u odnosu na: proizvod; uredjaje na kojima se izradjuje proizvod; prijemni postupak i radnike.

Kaka je u pitanju uticaj radnika na kvalitet proizvoda, onda mora da se uzmu u obzir dva bitna faktora, koja utiču na osiguranje kvaliteta od strane radnika:

a) znanje sa kojim raspolažu i

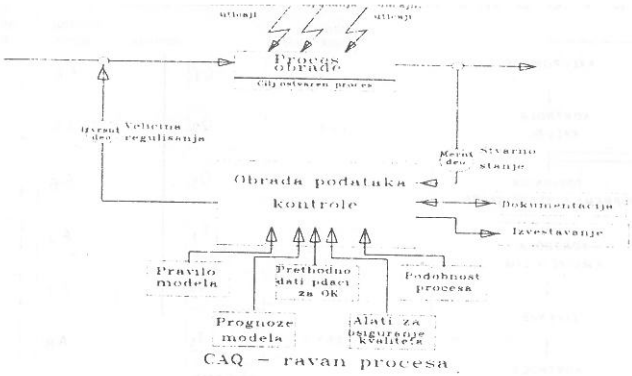
b) motivacija radnika.

Za pravilno upravljanje kvalitetom veoma je začajno što je moguće ranije dejstvo na izvore grešaka, nezavisno od toga kojoj orijentaciji ka tržištu preduzeće daje prednost, sa osvrtom na troškove koji nastaju za otklanjanje greške. Procedura koja se danas mnogostruko koristi, da se načine izveštaji i nalazi iz rezultata ispitivanja kvaliteta i da se vremensko kašnjenje u upravljanju kvalitetom, koje se ne može izbeći pri ovom načinu rada, uzima kao osnovna prikladna mera za korekciju, ne zadovoljava uslove „pravovremenog dejstva„. Takav način rada u kontroli kvaliteta je karakterističan u sadašnjim uslovima rada za većinu preduzeća u metalopreradjivačkoj industriji, ako ne i za sva preduzeća. Stoga je neophodno da se učine poboljšanja preglednosti i procene stanja kvaliteta u takvim preduzećima. Jedan od mogućih pristupa prikazan je na slici 3 (6)

Za budućnost, a to znači već u okviru strateškog planiranja CIM koncepta preduzeća, važi zahtev da se načine informacioni putevi, koji omogućavaju aktuelni prikaz kvaliteta koji zadovoljava potrebe. Ovaj zahtev se ne ograničava na direktna proizvodna područja, već se isključivo odnosi na vodeće ravni i ravni planiranja (3). Na slici 3 su prikazan oba načina rada. U gornjem delu slike se prikazuje kako se danas dovode podaci u operativnu ravan i kako postaju pristupačni u odredjenim oblastima. Grupa ljudi, koja čini neko telo zaduženo za kvalitet u preduzeću (u nekim slučajevima to se svodi i na jedno lice), dobija informacije koje se odnose na rezultate izvršenih ispitivanja:

- ulazne robe - sirovina i polufabrikata;

- rezultate do kojih se došlo na nekom ispitnom mestu;



Slika 4: CAQ ravan procesa

- u delu izrade vezano za pojedine tehnološke operacije;
- gotovih proizvoda itd.

Pored tih rezultata to telo raspolaže i podacima koje je dobilo iz konstrukcije. Tako dobijeni nalazi se dugoročno analiziraju uz dodavanje planskoj ravni za odredjivanje zajedničkog postupka. Ti postupci se odnose na korekcije, koje treba da se izvrše u cilju otklanjanja odstupanja od traženog kvaliteta. Taj postupak dugo traje i za slučaj serijske proizvodnje ne sprečava nastajanje škarta.

Donji deo slike 3 prikazuje kako se prenose informacije iz konstrukcije, proizvodnje, kvaliteta i drugih poimenično ne navedenih funkcija, za i sa kontinualnim tokom podataka. U rezultatu ima ovaj drugi oblik prikaza informacija znatno viši stepen aktuelnosti i transparentnosti u odnosu na postojeće stanje u našim preduzećima. Naime, primenom CAQ sistema integrisanog sa ostalim funkcijama u preduzeću, odnosno uvodjenjem CIM - kocepta postaje mogućnost upravljanja kvalitetom daleko veća, a pojava grešaka daleko manja. Takav pristup omogućava veoma dobar pregled regulacionih krugova kvaliteta i preduzimanje potrebnih akcija pre nego dodje do odstupanja izvan propisanih tolerancija. Tok podataka o kvalitetu je kontinualan unutar CAQ - sistema, kao i sa drugim modulima CIM-a.

4. KONCEPT CAQ MODULA U METALOPRERADJIVAČKOJ INDUSTRIJI

Cilj osiguranja kvaliteta je osiguranje kvaliteta proizovda preduzeća, koji su ponudjeni tržištu. Za realizaciju tog cilja potrebno je da se izvrši podela zadataka OK u četiri ravni (1):

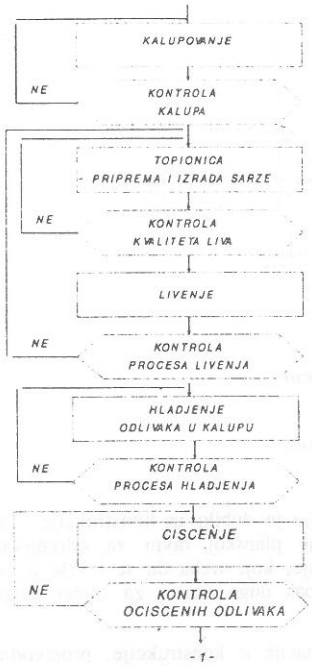
OK - vodeća ravan;

OK - ravan planiranja;

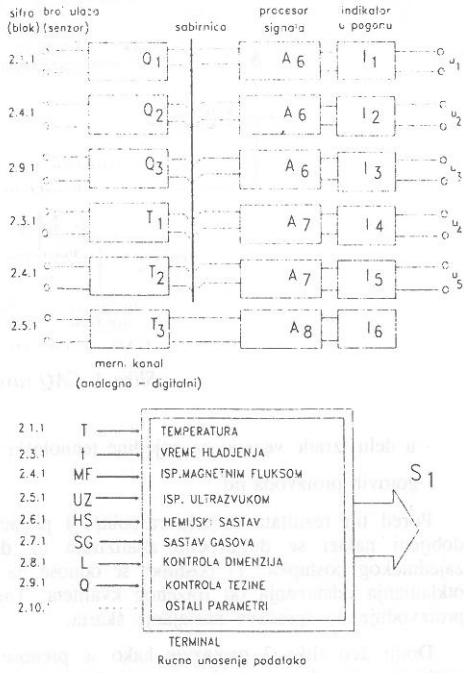
OK - ravan upravljanja i

OK - ravan izvršenja.

Koncepta CAQ modula, koji je generisan u okviru CIM Technology Transfer Center laboratorije na Mašinskom fakultetu u Nišu, polazi od ravni procesa, ili ravni izvršenja. Cilj ravni procesa CAQ sistema je da tako upravlja postupcima izrade, da odvijanje procesa nastaje sa minimumom naknadnih radova ili škarta. Koncept CAQ dela sistema u operativnom području prikazan je na slici 4.



Slika 5: Kontrola veličina pri livenju

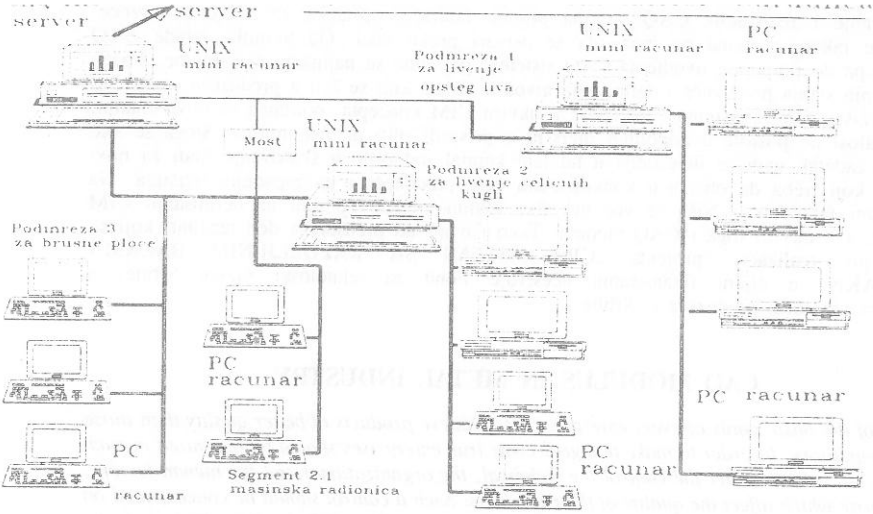


Slika 6: Livnica

Snimanje stvarnog stanja nekog procesa obrade, ili sistema koji se ispituje (podatke o ispitivanju), ostvaruje se primenom nosećeg ručnog terminala (mobilni terminal za akviziciju podataka), primenom računara sa standardnim datotekama (IEC ili V.24) za priključenje mernih uredjaja, ili kroz ispitni sistem integrisan na samoj mašini, koji predstavlja integrisani mikrokompjuter različitog izvodjenja. Na nivou operativne ravni je zastupljen SPC (Statistic Process Control), što zapravo predstavlja računar u specifičnom računarskom mernom sistemu.

Merni deo, jedan ili više, sa jednim ili većim brojem senzora (što zavisi od procesa koji se prati), treba da registruje stanje i da podatke o tome prosledi računaru za obradu podataka kontrole. Software, koji obradjuje te podatke treba da dobije i pravila koja veže za ispitivanje modela, prethodno zadate podatke za osiguranje kvaliteta, podatke o podobnosti procesa, modele mogućih prognoza, kao i odgovarajuće „alate„ za osiguranje kvaliteta. Ti alati mogu da budu u vidu ekspertnih sistema sa bazama znanja, koji obezbedjuju da u slučaju ispadanja sistema reaguju na način, kako bi to uradio i ekspert za tu oblast.

Registrovano stvarno stanje preko mernog dela i ugradjenih pravila, kao i podaci koje se odnose na praćeni proces, treba da omougće izvršnom delu, na osnovu postavljenih modela prognoze, da se izvrši regulacija odredjenih veličina u cilju dobijanja postavljenih zahteva. Vremenska razlika izmedju registrovanja stvarnog stanja i regulisanja odredjene veličine je svedena na minimalnu meru (učinak računara je danas od 1 MIPS-a pa naviše). U tako organizovanoj kontroli proces ne zavisi od čoveka. Čovek može samo da nadgleda proces i da reaguje eventualno oko nekih većih nepredvidjenih ispadanja. Sve ostalo je propušteno uredjajima.



Slika 7: CAQ arhitektura

Ako se kontroliše npr. livenje opšteg liva (slika 5) preko naznačenih veličina, koje se kontrolišu, onda bi sistem za akviziciju kontrolisanih veličina mogao da se prikaže slikom 6. Naime, na toj slici se vidi kontrola ulaznih težina pri formiranju šarži na tri mesta (Q1, Q2 i Q3), kontrola temperatura takodje na tri mesta (T1, T2 i T3) kao i kontrola pukotina preko ultra zvuka i magnetnog fluksa, kontrola sastava gasova preko specijalnog senzora, kontrola hemijskog sastava preko kvantometra itd. Sve izmerene veličine se preko S1 uvode u računar. Na isti način mogu da se akviziraju i bilo koje druge veličine, koje utiču na kvalitet nekog proizvoda.

Po konceptu CAQ modula u okviru integrisanih svih informacionih tokova u jednom preduzeću (CIM - koncept), računar koji akvizira podatke za odredjene merne veličine (izlaz S1 je ulaz u računar), nalazi se povezan u LAN - Local Area Network mreži. Kako je potrebno da se prati veći broj mernih veličina i u različitim pogonima, zavisno od procesa, to se postavlja potreba postojanja većeg broja podmreža u okviru nezavisnog kruga LAN mreže za CAQ. Jedno rešenje, koje se realizuje za potrebe „MAČKATICE„ Surdulica, prikazano je na slici 7.

Prikazana CAQ arhitektura počiva na PC računarima, na koje je priključen veći broj mernih veličina koje se kontrolišu. Kako na svaki slobodan slot u računaru može da se veže 6 do 8 mernih veličina, to jedan PC računar može da kontroliše do 48 veličina. Sa ugradjenim Multiplekserom, koji radi sa vremenskom raspodelom menih kanala u režimu radnom access, ili po unapred definsanoj sekvenci, zavisno od potrebne brzine mernja u pojedinim delovima procesnog sistema, mogu se obuhvatiti i veći broj mernih veličina.

Personalni računari, koji rade pod DOS, ili UNIX operativnim sistemom, povezani su na mini UNIX računar, koji upravlja podmrežom. Svi ti UNIX mini računari, kao i deo PC računara direktno je povezan sa CAQ File server-om, koji je opet mini UNIX računar. Tako se dobija nezavisna celina za CAQ modul. CAQ File server se dalje povezuje sa ostalim File server-ima, koji upravljanju ostalim modulima CIM - sistema (CAD, CAP, CAM, PPS, MIS), čime se dobija potpuna integracija svih podataka i aktivnosti u jednom preduzeću (3,4). Preko servera na nivou preduzeća obezbedjuje se i Gateway, odnosno izlaz preko mreže JUPITER sa protokolom X.25 i povezivanje sa čitavim svetom.

Planiranje i realizacija CAQ sistema postaje imerativ opstanka za svako preduzeće. Uvodjenje takvog sistema ne može da se ostvari preko noći. Od trenutka izrade CAQ projekta, pa do potpunog uvodjenja CAQ sistema, potrebne su najmanje dve godine. Počev od snimanja stanja preduzeća i definisanja nivoa kvaliteta koji se želi u preduzeću, pa preko analize tržišta, izbora sistema i itegracija u okviru CIM koncepta, potrebna su nova znanja, koja nažalost ne postoje u dovoljnoj meri ni u privredi, niti na fakultetima. Stoga se kao primarni zadatak nameće investicija u humani kapital, odnosno u školovanje ljudi za novi koncept, koji treba da obezbedi konkurentsku moć preduzeća i na zapadnim tržišima. Na Mašinskom fakultetu u Nišu se već nekoliko godina intenzivno radi na definisanju CIM koncepta, a u okviru toga i CAQ modula. Tako i ovaj rad predstavlja deo rezultat, koji su nastali pri realizaciji projekta „CIM SISTEMI SA RAZDELJENIM BAZAMA PODATAKA„ u čijem finansiranju učestvuje Fond za tehnološki razvoj Srbije, a participira veći broj preduzeća iz Srbije.

CAQ MODULUS IN METAL INDUSTRY

One of the basic goals of every enterprise is to achieve products of better quality than those of its competitors. In order to make this goal come true enterprises should be organized in such a way so as to keep under the control the technical, the organizational and the human factors, that is those which affect the quality of their products. Such a control should be concentrated on the reduction, elimination and, most important of all, prevention of faults regarding products' quality. In order to provide for this it is necessary that an enterprise should realize the CAQ (Computer Aided Quality). Modulus within the overall CIM concept.

This paper presents a possible CAQ modulus concept in metalworking organizations. This concept starts from the automatic acquisition of the values of all the parameters which determine the quality of production process and of product quality. Contract or contactless sensors are used connected with the PC computers which are further linked to the Ethernet LAN Network for the acquisition. That's how a unique information system is obtained for the CAQ modulus with the CAQ data base as an independent entity within the enterprise CIM concept. The linkage of the distributed data bases of particular CIM modulii is done via corresponding interfaces and software onthe ORACLE basis.

LITERATURA:

(1) Wiendahl, H.-P.: Analyse und Neuordnung der Fabrik, CIM Fachmann, Springer - Verlag - Verlag TUEV Rheinland, 1991.

(2) Geitner, U.-W.: CIM - Handbuch, Wirtschaftlichkeit durch Integration, Friedr.Vieweg&Sohn, Braunschweig / Wiesbaden, 1987.

(3) Stoiljković, V.: CIM - STRATEGIJA PREDUZEĆA, Praksa, juni 1992., str. 1 - 20.

(4) Stoiljković, V i grupa autora: GLOBALNI PROJEKAT CIM KONCEPTA PREDUZEĆA, Uradjeni projeti za potrebe DP „Fabrika duvana„ Niš (1991.) i „Mačkatica„ Surdulica (1992.god.).

(5) Stojiljković, B.: Multi Server / Multi User arhitektura za realizaciju CIM sistema sa razdeljenim bazama podataka, Jupiter System, CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala, Zbornik radova, Kopaonik, 1992., str.117 - 120.

(6) Eversheim, W., Koening, W., Weck, M., Pfeifer, T.: Produktionstechnik auf dem Weg zu integrierten Systemen, VDI Verlag, 1987.

OBEZBEDJENJE KVALITETA ALATA - PRI IZRADI I UPOTREBI

Prof. dr Vojislav Vulanović, dipl. inž. i asistent
Ljiljana Miletić, dipl. inž.,
Viša škola za organizaciju i informatiku, N.Sad,
asistent Mr Bato Kamberović, dipl. inž.,
Fakultet tehničkih nauka, Institut za INDUSTRIJSKE SISTEME, N.Sad

1.0 UVOD

Kvalitet tehnološkog sistema proizvodnog procesa zavisi, u prvom redu, od kvaliteta sledećih elemenata: predmeta rada (materijal), sredstava rada (mašina, alat i pribor), čoveka i nivoa projektovane tehnologije rada. Zbog toga je veoma značajno u sistemu obezbedjenja kvaliteta proizvoda osigurati ispravne i kvalitetne alate. U radu je izložen sistem obezbedjenja kvaliteta alata za proizvode od plastičnih masa i to od njegovog konstruisanja pa preko izrade, prijema i probe alata do njegovog praćenja u upotrebi (3)

2.0 KONSTRUKCIJA ALATA

Na osnovu odluke o osvajanju novog proizvoda pristupa se konstruisanju alata. Za konstrukciju alata potrebno je obezbediti sledeće podloge /1,2/:

- crtež ili uzorak proizvoda,
- planirani obim proizvodnje i dinamika,
- tehnološki postupak i
- tržišna cena proizvoda.

U zavisnosti od složenosti i vrste proizvoda donosi se odluka da li se izradjuje predhodno idejno rešenje ili se odmah može pristupiti detaljnoj razradi konstruktivno-tehnološke dokumentacije (skraćeni postupak). Idejno rešenje dokumentacije za izradu alata obuhvata:

- idejni projekat za izradu alata,
- idejnu konstrukciono-tehnološku dokumentaciju i

taj postupak koristio), donosi se odluka o odbacivanju osvajanja novog proizvoda ili se ulazi u detaljnu razradu konstrukciono-tehnološke dokumentacije. Pod konstrukciono-tehnološkom dokumentacijom podrazumeva se:

- crtež proizvoda,
- tehnološki postupak izrade proizvoda,
- konstrukcioni crtež alata sa tehničkim opisom,
- radionički crteži delova alata,
- tehnološki postupak izrade i montaže alata,
- planovi osiguranja kvaliteta alata i
- uputstvo za rukovanje i održavanje alata.

U cilju ostvarenja što kraćih rokova izrade alata, paralelno sa konstrukciono-tehnološkom dokumentacijom razradjuje se:

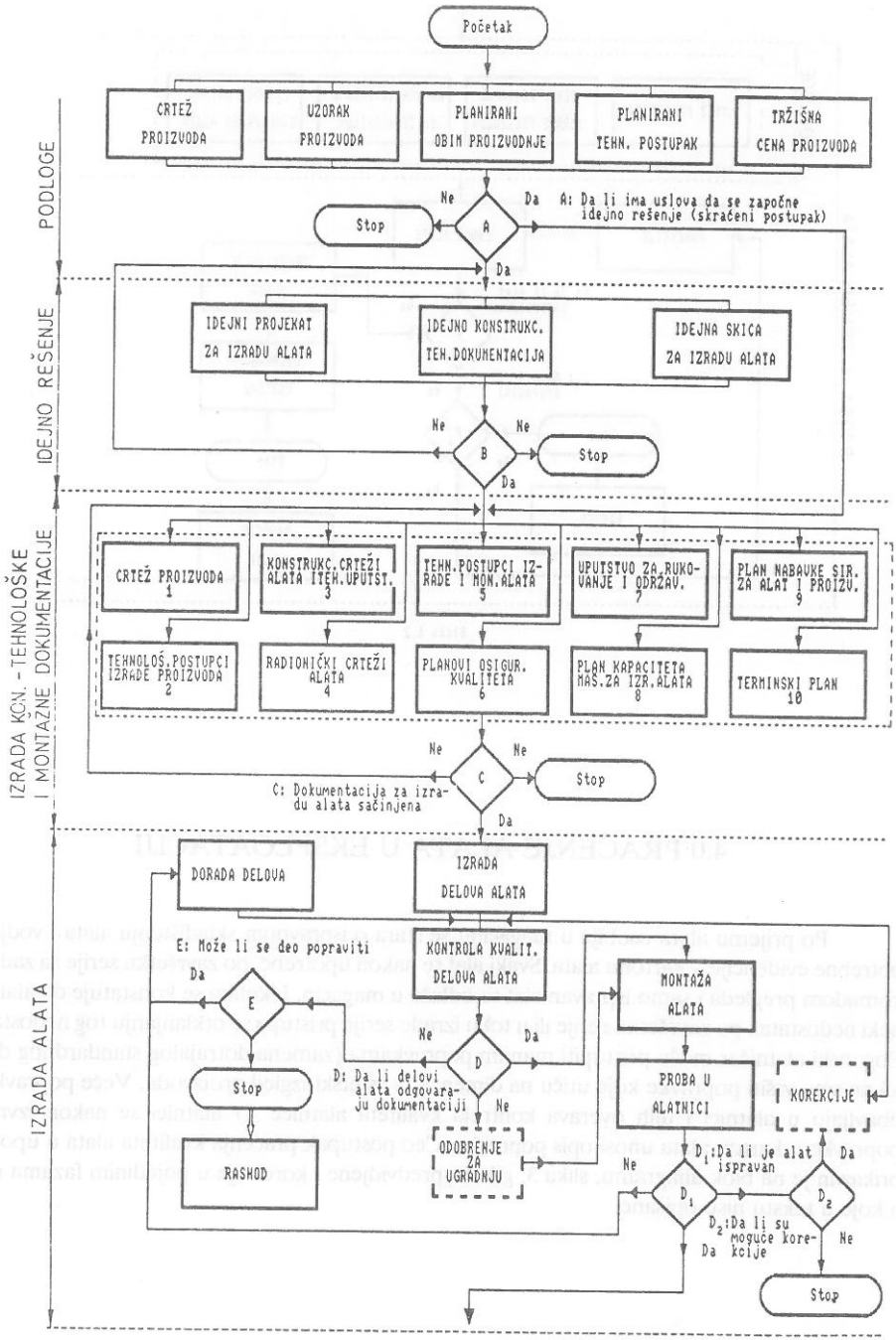
- plan nabavke sirovina za izradu alata i proizvoda,
- terminski plan za sve aktivnosti od idejnog rešenja do probe alata.

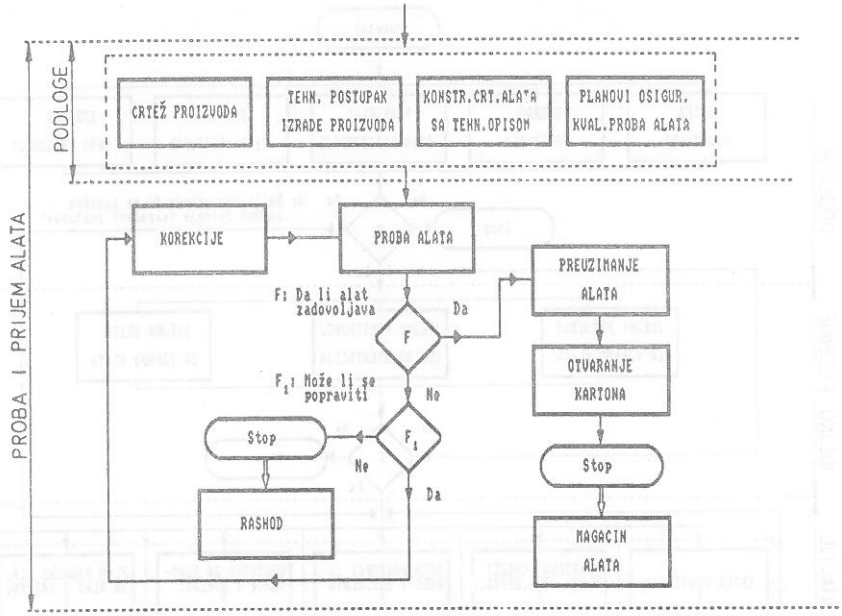
3.0 IZRADA I PRIJEM ALATA

Na osnovu predhodno navedene dokumentacije pristupa se izradi alata. U toku izrade delova alata vrši se njihova kontrola kvaliteta. Od ispravnih elemenatavrši se montaža alata. Provera funkcionalnosti alata (bez postavljanja na mašinu) vrši se u alatnici. Ukoliko je ova provera zadovoljavajuća, alat se šalje na probu u proizvodnju. Pod probom se podrazumeva funkcionalna kontrola kvaliteta na mašini u pogonu. Prijem alata se vrši komisijski pri čemu se koristi:

- crtež proizvoda,
- tehnološki postupci izrade proizvoda,
- konstrukcioni crtež alata sa tehničkim opisom i
- plan osiguranja kvaliteta.

Zapisnik o prijemu alata potpisuju predstavnici sledećih funkcija: kvaliteta, proizvodnje, konstrukcije i HTZ-a. Ceo postupak od idejnog rešenja do prijema alata prikazan je u blok dijagramu,(slika 1.1 i 1.2), koji predvidja i korektivne aktivnosti u pojedinim fazama rada, a koje u tekstu nisu opisane. Nakon prijema alata otvara se karton alata koji služi za praćenje kvaliteta alata u toku njegove upotrebe. Izgled kartona alata dat je na sl. 2. Novim primljenim alatom zadužuje se magacin alata u pogonu.

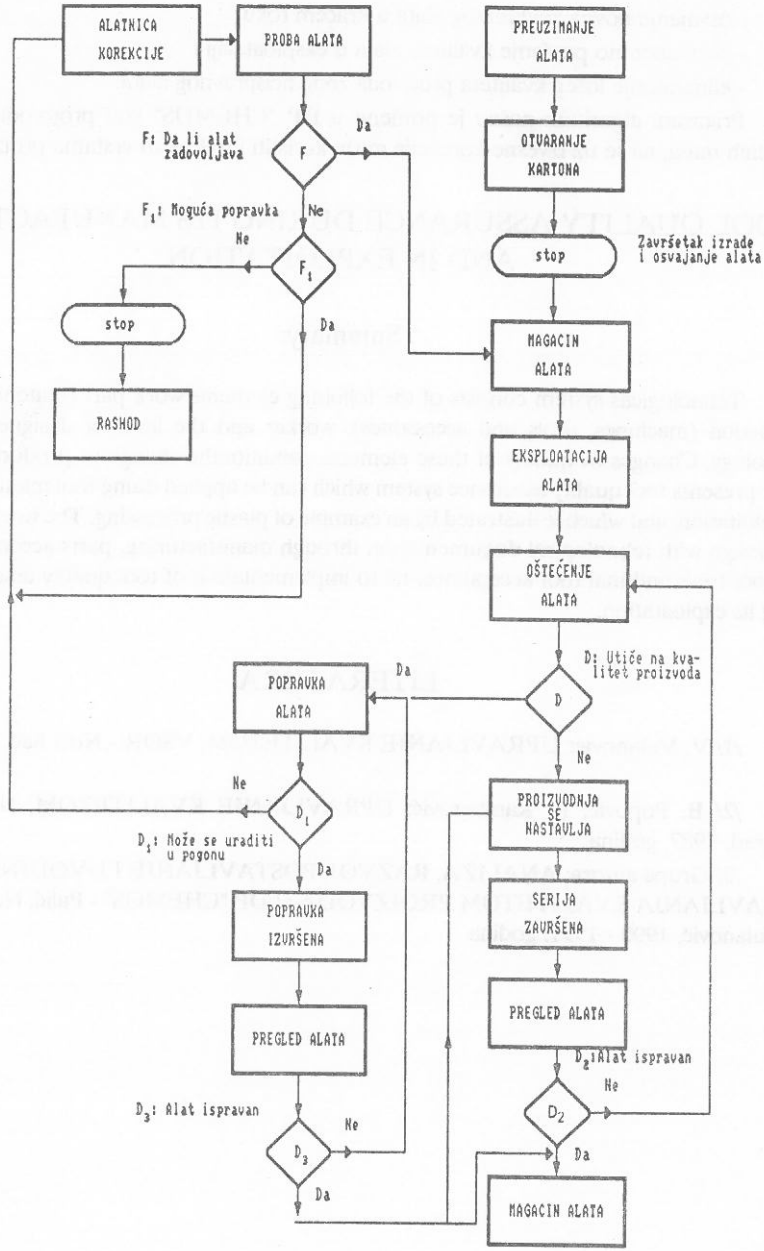

Početak
PODLOGE
CRTEŽ PROIZVODA
UZORAK PROIZVODA
PLANIRANI OBIM PROIZVODNJE
PLANIRANI TEHN. POSTUPAK
TRŽIŠNA CENA PROIZVODA
Ne
Da
A: Da li ima uslova da se započne idejno rešenje (skraćeni postupak)
Stop
A
IDEJNO REŠENJE
IDEJNI PROJEKAT ZA IZRADU ALATA
IDEJNO KONSTRUKC. TEH.DOKUMENTACIJA
IDEJNA SKICA ZA IZRADU ALATA
B
IZRADA KON. - TEHNOLOŠKE I MONTAŽNE DOKUMENTACIJE
CRTEŽ PROIZVODA 1
KONSTRUKC.CRTEŽI ALATA ITEH.UPUTST. 3
TEHN.POSTUPCI IZRADE I MON.ALATA 5
UPUTSTVO ZA RUKOVANJE I ODRŽAV. 7
PLAN NABAVKE SIR. ZA ALAT I PROIZV. 9
TEHNOLOŠ.POSTUPCI IZRADE PROIZVODA 2
RADIONIČKI CRTEŽI ALATA 4
PLANOVI OSIGUR. KVALITETA 6
PLAN KAPACITETA RAS.ZA IZR.ALATA 8
TERMINSKI PLAN 10
C
C: Dokumentacija za izradu alata sačinjena
IZRADA ALATA
DORADA DELOVA
IZRADA DELOVA ALATA
E: Može li se deo popraviti
KONTROLA KVALIT. DELOVA ALATA
E
D
D: Da li delovi alata odgovaraju dokumentaciji
MONTAŽA ALATA
PROBA U ALATNICI
KOREKCIJE
ODOBRENJE ZA UGRADNJU
RASHOD
D1: Da li je alat ispravan
D2: Da li su moguće korekcije



Slika 1.2

4.0 PRAĆENJE ALATA U EKSPLOATACIJI

Po prijemu alata osoblje u magacinu se stara o ispravnom skladištenju alata i vodjenju potrebne evidencije u kartonu alata. Svaki alat se nakon upotrebe, po završetku serije sa zadnjim komadom pregleda i samo ispravan alat se odlaže u magacin. Ukoliko se konstatuje da alat ima neki nedostatak po završetku serije ili u toku izrade serije pristupa se otklanjanju tog nedostatka. Pogonski alatničar može pristupiti manjim popravkama (zamena dotrajalog standardnog dela), ali ne sme vršiti popravke koje utiču na dimenzije i estetski izgled proizvoda. Veće popravke se obavljaju u alatnici i njih overava kontrola kvaliteta alatnice. U alatnici se nakon izvršene popravke u karton alata unosi opis popravke. Ceo postupak praćenja kvaliteta alata u upotrebi prikazan je na blok dijagramu, slika 3, gde su predvidjene i korekcije u pojedinim fazama rada, a koje u tekstu nisu opisane.


ALATNICA KOREKCIJE
PROBA ALATA
PREUZIMANJE ALATA
F: Da li alat zadovoljava
F
Da
OTVARANJE KARTONA
F1: Moguća popravka
Ne
Ne
F1
stop
Završetak izrade i osvajanje alata
stop
Da
MAGACIN ALATA
RASHOD
EKSPLOATACIJA ALATA
OŠTEĆENJE ALATA
D: Utiče na kvalitet proizvoda
POPRAVKA ALATA
Da
D
Ne
Ne
D1
PROIZVODNJA SE NASTAVLJA
D1: Može se uraditi u pogonu
Da
POPRAVKA IZVRŠENA
SERIJA ZAVRŠENA
PREGLED ALATA
PREGLED ALATA
D2: Alat ispravan
Ne
D3: Alat ispravan
D2
Ne
D3
Da
Da
MAGACIN ALATA

Slika 2

Izloženi postupak obezbedjuje:

- osvajanje novog kvalitetnog alata u kraćem roku,
- permanentno praćenje kvaliteta alata u eksploataciji i
- eliminisanje lošeg kvaliteta proizvoda zbog neispravnog alata.

Prikazani algoritam našao je primenu u DP "CHEMOS" kod proizvodnje delova od plastičnih masa, ali se uz izvesne korekcije može koristiti i u drugim vrstama proizvodnje.

TOOL QUALITY ASSURANCE DURING ITS MANUFACTURING AND IN EXPLOITATION

Summary:

Tehnologicas system consists of the follomng elements:work part (matenal), me-ans of production (machines, tools and accessones), worker and the level of designed production technology. Changes of quality of these elements conditionthe change of product quality. The paper presents tool quality assurance system which can be applied duing fool manufactunny and in exploitation, and which ic ilustrated by an example of plastic processing. The work phases from tool design with tehnological dokumentation through manufacturing, parts acceptance, assemblu, tool-trials andfinał tool acceptance, till to implementation of tool quality assurance system duing its exploatation.

LITERATURA

/1/ V. Vulanović: UPRAVLJANJE KVALITETOM, VŠOR - Novi Sad, 1989. godina.

/2/ B. Popović, B. Kamberović: UPRAVLJANJE KVALITETOM, Naučna knjiga, Beograd, 1987. godina.

/3/ Grupa autora: ANALIZA, RAZVOJ, POSTAVLJANJE I UVODJNJE SISTEMA UPRAVLJANJA KVALITETOM PROIZVODA U DP "CHEMOS" - Palić, Nosilac projekta V. Vulanović, 1990 - 1991. godina

IIS - PRILAZ U RAZVOJU I UVODJENJU SISTEMA KVALITETA

Dr Dragutin Zelenović i Mr Bato Kamberović
Fakultet tehničkih nauka,Institut za INDUSTRIJSKE SISTEME,Novi Sad

1. OSNOVE PRILAZA

Problemi opstanka i razvoja privrednih preduzeća u uslovima savremenog tržišta su vezani za njihov potencijal, kvalitet programa rada i mogućnost uspešnog prilagodjavanja uslovima okruženja.

U tom smislu, za uključenje na medjunarodno tržište potrebni su

- viši stepen kvalitet,
- maksimalna fleksibilnost,
- održavanje troškova na nivou neophodnog minimuma i
- maksimalni koeficijent obrta sredstava, odnosno to znači da se u uslovima rasta učestanosti promena preduzeća /1,2/:
- u što kraćem roku pojavljuju na tržištu,
- sa boljim proizvodima i uslugama i
- nižim troškovima proizvodnje.

Sa druge strane, u nas, u uslovima ograničenih resursa sve je teže izdvajati sredstva za rešenje problema putem većeg stepena tehnološke opremljenosti. Kao posledica i toga, preduzeća se orijentišu ka iznalaženju i korišćenju unutrašnjih rezervi a naročito u domenu ostvarivanja kvaliteta proizvoda. Poseban izazov za htenja na tom planu je i EVROPA '92.

Kvalitet je, nesumljivo, jedan od bitnih uslova za uspešnije privredjivanje a naše potencijalne mogućnosti su daleko veće od efekata koji se u tom području ostvaruju.

Novi odnosi na relaciji kupac - potrošač (sa "tržišta proizvodjača" prešlo se na "tržište kupaca") doveli su i do novog pristupa kvalitetu, po kome kvalitet proizvoda i usluga nije uslovljen samo:

* karakteristikama proizvoda,
* efikasnošću u proizvodnji i

nego obuhvata tržišni pristup /7/ iskazan definicijom (ISO 8402):

"Kvalitet je skup svih svojstava i karakteristika proizvoda, procesa ili usluga, koji se odnose na mogućnost zadovoljenja utvrdjene ili indirektno izražene potrebe"

Činjenica da je ovih dvadesetak reči u standardima obrazloženo sa sedam dodatnih "amandmana", sa preko dvesta reči, govori samo za sebe o značenju kvaliteta kao ključa opstanka, poslovnog uspeha i prosperiteta preduzeća (kvalitet je sadašnjost i budućnost firme).

Iskustva razvijenih sredina ukazuju da uvedeni savremeni sistemi kvaliteta u kompanijama utiču na smanjenje troškova i povećanje produktivnosti (i do 50%), a profita za 30-40%.

U tom smislu, aktivnosti su usmerene na :

* preventivu za kvalitet u čitavom životnom ciklusu proizvoda, sa ciljem približavanja takozvanoj proizvodnji bez grešaka i

* sticanje poverenja kod kupaca (po potrebi se i dokumentuje) da sistem obezbedjuje proizvode potrebnog i dovoljnog nivoa kvaliteta.

Uvodjenje sistema obezbedjenja kvaliteta zahteva:

* utvrdjen program:

- unapredjenja kvaliteta /5/ u cilju otklanjanja hroničnih "oboljenja" (utvrdjivanje, analiza i otklanjanje uzročnika uočene problematike) i

- obezbedjenja kvaliteta (sve planirane i sistemske mere neophodne za sticanje odgovarajućeg poverenja da će proizvod, proces ili usluga ispuniti zahteve u pogledu kvaliteta).

* odredjena sredstva (ulaganja od 1$ u kvalitet po efektima su identična sa ulaganjima od 40$ u opremu, ili po Fordu: "Vi ne morate ulagati u kvalitet, ali ćete sigurno platiti danak takvog ponašanja") i

* vreme (2-3 godine).

2. OSNOVNI ZADACI

Polazeći od ciljeva za KVALITET koji se mogu se sistematizovati kroz:

- ostvarenje projektovanog, potrebnog, i dovoljnog kvaliteta u datom vremenu i datim uslovima okoline
- smanjenje troškova kvaliteta u procesu rada,
- smanjenje stanja u OTKAZU procesa rada,
- zadovoljenje korisnika proizvoda i usluga,
- smanjenje reklamacija od korisnika i
- brže i uspešnije osvajanje novih proizvoda,

proističu i zadaci celog SISTEMA a time i funkcije KVALITETA. Ti zadaci se ostvaruju kroz /3,4/:

- ugradnju kvaliteta u proizvod u razvojnoj, pripremnoj, procesnoj i završnoj fazi,
- provođenje sistemskih analiza za održavanje potrebnog nivoa kvaliteta proizvoda,
- povećanje tehničkog nivoa kadrova u procesu rada,
- uvođenje efikasnog sistema upravljanja kvalitetom,

- dugoročno planiranje razvoja kvaliteta proizvoda.

Polazeći od konstatacije da se kvalitet ugradjuje u proizvod u svim fazama, od razvoja do plasmana na tržište, to je potrebno unutar preduzeća (u celini i po pojedinim segmentima rada) ovladati kvalitetom. To zahteva rešavanje sledeće grupe zadataka, i to u fazi :

MARKETINGA

* ustanoviti stvarne karakteristike proizvoda koje zahteva korisnik,
* ustanoviti neophodne (minimalne) standarde i
* što uže se povezati sa svojim kupcima (stalno obaveštavati o promenama na proizvodima)

RAZVOJA

* razviti proizvode jednakog ili boljeg kvaliteta od konkurentskih proizvoda,
* pratiti proizvode konkurencije,
* proveravati razvojne rezultate laboratorijski i u procesu primena,
* uključivati u ispitivanje neutralne (treće) institucije,
* pratiti ponašanje proizvoda u eksploataciji,
* stalno poboljšavati rezultate,

PRIPREME

* pripremiti procese i dokumentaciju, koji omogućavaju stalno i ravnomerno postizanje nivoa kvaliteta razvijenih proizvoda,
* proveravati sposobnosti procesa i opreme,
* realizovati (pod oštrijim kontrolama i ispitivanjima) "O" i probnu seriju,
* obezbediti ateste ili certifikate već u fazi pripreme proizvodnje,

PROIZVODNJE

* proizvoditi na osnovu pisanih uputstava stalan kvalitet i preduzimati sve mere da se taj nivo i postigne,
* motivisati ljude za kvalitetan rad,
* brinuti o održavanju i uspostavljanju reda i čistoće u procesu rada,

KONTROLE KVALITETA

* redovno vršiti (u saglasnosti sa planovima i stvarnim problemima) kontrolu, nadzor i ispitivanje proizvoda i pojedinih operacija,
* kontrolu kvaliteta vršiti na ulazu (ulazna kontrola sirovina i poluproizvoda) u procesu (pridržavanje uputstava, medjufazna kontrola) i na izlazu (završna kontrola) i

PRODAJA

* odpremiti kvalitetno i u tačno dogovorenim rokovima i količinama,

* obezbediti kvalitetan servis i druge oblike pomoći kupcima za pravilno i uspešno korišćenje proizvoda.

Saglasno predhodno iznetim stavovima potrebno je uvesti SISTEM OBEZBEDJENJA KVALITETA.

U tom smislu, standardi serije ISO JUS 9000 predstavljaju minimum zahteva koje mora zadovoljiti SISTEM OBEZBEDJENJA KVALITETA.

U procesu razvoja i uvodjenja SISTEMA potrebno je preći nekoliko koraka:

1. KORAK:

Razmatranje kvaliteta - šta kvalitet znači i kako on utiče na poslovanje i razvoj preduzeća kao i kako ostvariti potreban i dovoljan nivo kvaliteta proizvoda i usluga.

Rezultat tog razmatranja mora biti - POLITIKA KVALITETA u pisanom obliku prihvaćena od strane direktora i rukovodstva preduzeća.

2. KORAK:

Razmatranje i ocena sadašnjeg stanja u preduzeću u odnosu na savremeni razvoj SISTEMA KVALITETA i detaljno upoznavanje zahteva standarda ISO JUS 9000.

Rezultat tog razmatranja mora biti - UTVRDJIVANJE SISTEMA KVALITETA PREDUZEĆA putem OSNOVNE MATRICE ODGOVORNOSTI ZA KVALITET U PREDUZEĆU.

3. KORAK:

Dokumentovanje sistema kvaliteta - koje podrazumeva izradu propisa, postupaka i uputstava za kvalitet kao i obezbedjenje uslova za dosledno sprovodjenje u realnom procesu rada.

U industriji razvijenih zemalja sveta pokazalo se da izrada postupaka za obezbedjenje kvaliteta na nivou POSLOVNIKA KVALITETA traje duže od godinu dana (zavisi od stepena složenosti preduzeća i proizvoda) a njegovo uvodjenje znatno više.

S obzirom na to da se postupci neprekidno proveravaju u realnim procesima rada, da se moraju prilagodjavati promenama kako bi se postigli projektovani efekti, može se čak tvrditi da rad na poslovniku kvaliteta i podlogama o kvalitetu traje stalno u vremenu.

3. STANDARDI SISTEMA KVALITETA

Da bi se otklonile tehničke barijere u medjunarodnom prometu i saradnji ukazala se potreba da se standardi uopšte i usaglase u području SISTEMA KVALITETA.

Tehnički komitet (ISI/TC 176) Medjunarodne organizacije za standardizaciju (ISO) započeo je 1979. godine rad na "standardizaciji i usaglašavanju u području SISTEMA KVALITETA, obezbedjenja kvaliteta i odgovarajućim tehnologijama kvaliteta". Osnova je bio britanski standard BS 5750,deo 1 do 6 iz 1979.godine. Kao rezultat tog rada, izašla je 1987 godine serija

članice EFTA) i druge zemlje Evrope i Sveta. U nas predmetni standardi imaju oznaku ISO JUS 9000 - 9004.

Standardi ISO JUS 9001, 9002 i 9003 koriste se za obezbedjenje kvaliteta u odnosu na zahteve kupca kao i za potvrdu valjanosti sistema pri ugovaranju proizvoda sa kupcem.

Modeli se razlikuju prema obimu zahteva obuhvaćenih elementima sistema kvaliteta, zavisno o situaciji koja postoji ili se utvrdjuju za odredjenog proizvodjača proizvoda ili usluga.

Standard ISO JUS 9004 - UPRAVLJANJE KVALITETOM I ELEMENTI SISTEMA KVALITETA sadrži uputstva za primenu organizacijskih, tehničkih, administrativnih i kadrovskih činilaca koji utiču na kvalitet proizvoda i usluga. Koristi se za interne provere razvoja i postavljanja sistema kvaliteta preduzeća.

Elementi koji čine SISTEM KVALITETA podeljeni su na:

- ORGANIZACIONE ASPEKTE - principi, politika, ciljevi, odgovornost rukovodstva i sistem kvaliteta
- EKONOMSKE ASPEKTE - troškovi kvaliteta, podela i izveštavanje o troškovima
- PROCES PROIZVODNJE, OD MARKETINGA, RAZVOJA, NABAVKE, IZRADE I AKTIVNOSTI NAKON PROIZVODNJE
- PRATEĆE AKTIVNOSTI - kao što su kadrovi: obrazovanje i motivacija, sigurnost proizvoda i pravna odgovornost za kvalitet, kao i upotreba statističkih metoda za ocenu i praćenje kvaliteta.

4. PRILAZ U RAZVOJU I UVODJENJU SISTEMA KVALITETA

Na osnovu metodologije, za tu svrhu pripremljene, kao i prilaza koji je na INSTITUTU razvijen vrši se:

01. SNIMANJE, ANALIZA I OCENA EFIKASNOSTI SISTEMA KVALITETA

02. UTVRDJIVANJE DETALJNOG PROGRAMA RADA NA UVODJENJU SISTEMA KVALITETA

Napomena : Predvidjeni rok završetka rada na zadacima 01 i 02 je do dva meseca pri čemu se za analizu i ocenu stanja sistema koristi više komparativnih, u nas poznatih metoda

03. IZBOR MODELA OBEZBEDJENJA I RAZVOJA KVALITETA

04. ORGANIZACIONO POSTAVLJANJE SISTEMA KVALITETA

- CILJEVI KVALITETA,
- POLITIKA KVALITETA,
- ORGANIZACIONA STRUKTURA,

- ODGOVORNOST.

05. UVODJENJE SISTEMA KVALITETA

5.1 FUNKCIJA KVALITETA U RAZVOJU I TEHNOLOGIJI

5.2 FUNKCIJA KVALITETA ULAZNIH MATERIJALA

5.3 FUNKCIJA KVALITETA U PROIZVODNJI
- PROCESNA KONTROLA,
- IZLAZNA KONTROLA I
- KONTROLA KVALITETA U UPOTREBI.

5.4 KONTROLA KVALITETA SREDSTAVA RADA
- SPOSOBNOST PROCESA,
- METROLOGIJA I
- KONTROLA ALATA.

6.0 OPERATIVNI POSTUPCI
- ORGANIZACIONA UPUTSTVA I
- OPIS KORIŠĆENIH METODA.

7.0 EKONOMIJA KVALITETA
- PRAĆENJE TROŠKOVA KVALITETA (u ručnom postupku i uz podršku računara),
- ANALIZA KVALITETA I
- KOREKTIVNE AKTIVNOSTI.

8.0 DOKUMENTACIJA SISTEMA KVALITETA
- POSLOVNIK KVALITETA,
- PLANOVI KVALITETA (novi proizvodi, nove tehnlogije) i
- PREISPITIVANJE SISTEMA KVALITETA.

9.0 STATISTIČKE METODE /6/
- KOD ULAZNOG MATERIJALA,
- U PROCESU,
- KOD IZLAZA I
- U UPOTREBI.

5. ZAKLJUČAK

Sistem kvaliteta obradjen, projektovan i izveden na datim načelima obezbedjuje jasno i precizno odredjenje: šta treba da se radi, zašto se to radi, kada se to radi, gde se to radi, kako i ko to radi, kako i ko kontroliše to što se radi.

U tom smislu, IIS - PRILAZ i standardi serije ISO JUS 9000 predstavljaju osnovu za UVODJENJE SISTEMA KVALITETA.

6. LITERATURA

/1/ Popović, B., Kamberović, B.,: UPRAVLJANJE KVALITETOM, Naučna knjiga, Beograd, 1987.

/2/ Zelenović, D.: PROJEKTOVANJE PROIZVODNIH SISTEMA, Naučna knjiga, Beograd, 1987.

/3/ Zelenović, D.: UPRAVLJANJE PROIZVODNIM SISTEMIMA, Naučna knjiga, Beograd, 1984.

/4/ Hofmann, D.: RECHNERGESTUTZTE QUALITATSSICHERUNG, VEB Verlag technik, Berlin, 1988.

/5/ M. Owen, M.: SPC and CONTINUOUS IMPROVEMENT, IFS Publication, Springer - Verlag, UK, 1989.

/6/ Montgomery, D.: Introduction to STATISTICAL QUALITY CONTROL, New York, 1985.

/7/ * * * Serija standarda ISO JUS 9000.

AN APPROACH IN DEVELOPMENT AND QUALITY SYSTEM IMPLEMENTATION

Summary:

A principal factor in the performance of an organization is the quality of its products or services. There is a world-wide trend towards more stringent customer expectations with regard to quality. Accompanying this trend has been a growing realization that continual improvements in quality are often necessary.

The paper presents an approach in development and quality system implementation which have been developed at Institute for industrial systems in Novi Sad.

IS-A HIJERARHIJE U MODELU PODATAKA TIPOVA PROIZVODA I SASTAVNICA

Pavle Mogin, Žarko Karayić, Ivan Luković - Univerzitet u Novom Sadu
Fakultet tehničkih nauka-Institut za industrijske sisteme
Trg Dositeja Obradovića 7, 21 000 Novi Sad, Jugoslavija

1. UVOD

U radu su prikazana i analizirana različita rešenja modela podataka centralnog dela informacionog sistema proizvodne organizacije koji se odnosi na tipove proizvoda i njihove sastavnice (Bills Of Material). Posebno je razmatran uticaj različitih informacionih zahteva funkcija preduzeća na model podataka "tipovi proizvoda i sastavnice" (specijalizacija tipova proizvoda, varijantnost tipova proizvoda, konstrukciona i tehnološka sastavnica). Model podataka se razrađuje na nivou konceptualne šeme baze podataka, korišćenjem ER (Entity Relationship) modela podataka, proširenog elementima semantičkih modela podataka. Ovako predložena konceptualna šema baze podataka se, kao što je poznato, može prevesti u različite implementacione šeme: relacionu, hijerarhijsku, mrežnu itd.

Rad sadrži i sledeća poglavlja: O pojmu IS-A hijerarhija, Modeli podataka tipova proizvoda i sastavnica i Zaključak. U drugom poglavlju se opisuju osnovni pojmovi ER modela podataka i pojam IS-A hijerarhije. U trećem poglavlju se, shodno različitim zahtevima funkcija preduzeća, predlažu i međusobno upoređuju različita rešenja modela tipova proizvoda i sastavnica.

2. O POJMU IS-A HIJERARHIJA

2.1 Osnovni pojmovi modela tipova entiteta i poveznika

Model tipova entiteta i poveznika (ER model) je našao široku primenu u projektovanju konceptualnog modela podataka. Svoju popularnost zahvaljuje strukturalnoj jednostavnosti (pomoću nekoliko primitivnih koncepata se modeluje statička struktura realnog sistema), pogodnoj dijagramskoj tehnici i nezavisnosti od ciljnog (implementacionog) modela podataka.

kardinalitet tipa poveznika. Tip entiteta se, u ER modelu podataka, koristi za predstavljanje skupa sličnih realnih entiteta. Veze između dva ili više, ne nužno različitih, tipova entiteta se predstavljaju tipom poveznika. Kardinalitet tipa poveznika pokazuje sa koliko pojava drugog tipa poveznika je povezana jedna pojava prvog tipa poveznika. Nabrojani pojmovi će biti korišćeni u nastavku rada.

2.2 Pojam IS-A hijerahije

Tip entiteta se, u ER modelu, koristi za predstavljanje skupa sličnih realnih entiteta. U skupu realnih entiteta, grupisanih po nekoj zajdničkoj osobini, često se mogu identifikovati pravi podskupovi entiteta sa specifičnim osobinama ili ulogama, te se nameće potreba njihovog eksplicitnog predstavljanja i u konceptualnom modelu. Predstavljanje podskupova entiteta sa specifičnim osobinama i ulogama se realizuje putem koncepta superklasa/potklasa, na sledeći način:

- obeležja koja reprezentuju zajedničke osobine svih entiteta se grupišu u superklasu,
- obeležja koja reprezentuju specifične osobine pravih podskupova skupa entiteta se izdvajaju, shodno tim specifičnim osobinama, u odgovarajuće potklase.

Pri tome, specifično obeležje je ono, koje samo za pravi, neprazan, podskup posmatranog skupa entiteta predstavlja karakterističnu osobinu, a za ostale entitete je neprimereno svojstvo.

Superklasa i njene potklase definišu relaciju, koja se, često, naziva IS-A hijerarhijom. Naziv potiče od engleskih reči IS-A, u smislu daktilograf JE (IS A) radnik. Formalno, IS-A hijerarhija se može definisati nizom jednomesnih predikata sa istom promenljivom. Na primer, (radnik r je daktilograf), (radnik r je programer) i slično. Kriterijum za definisanje potklasa predstavlja neko obeležje superklase, takozvano klasifikaciono obeležje. Svaka potklasa odgovara jednom elementu domena klasifikacionog obeležja, dok, s druge strane, ne mora svakom elementu tog domena odgovarati po jedna potklasa.

2.3 Nasleđivanje obeležja

Superklasa predstavlja model svih entiteta jednog skupa, a potklasa ukazuje na posebnu ulogu entiteta određenog podskupa i sadrži samo specifična obeležja. Pojava potklase sadrži samo vrednost primarnog ključa superklase i vrednosti specifičnih obeležja. Saglasno tome, na nivou ekstenzije, svakoj pojavi tipa entiteta potklase odgovara tačno jedna pojava tipa entiteta superklase. Tako se dolazi do pojma mehanizma nasleđivanja obeležja. Potklasa nasleđuje sva obeležja svoje superklase i ne može se posmatrati izdvojeno, bez superklase.

2.4 Specijalizacija i generalizacija

IS-A hijerarhije se definišu primenom principa specijalizacije, ili generalizacije. Kod specijalizacije se polazi od tipa entiteta, buduće superklase, iz kojeg se izdvajaju obeležja, elementi potklasa, na osnovu vrednosti klasifikacionog obeležja. Isti polazni tip entiteta se može podvrgnuti specijalizacijama na osnovu više klasifikacionih obeležja. Svaka potklasa, takođe, može predstavljati superklasu za neke nove potklase. Postupak generalizacije polazi od skupa

rivanjem razlika, gradi se zajednička superklasa. Samo različita obeležja ostaju u potklasama. Očigledno, specijalizacija i generalizacija predstavljaju međusobno inverzne postupke, koji treba da dovedu do istog rezultata.

2.5 Klasifikacija IS-A hijerarhija

S obzirom na karakteristike ekstenzije, IS-A hijerarhije se mogu podeliti na osnovu dva kriterijuma. To su: kardinalnost i disjunktnost ekstenzije.

Kardinalnost ekstenzije govori o broju pojava superklase kojima odgovara bar jedna pojava neke potklase. Ako svakoj pojavi superklase odgovara bar jedna pojava neke potklase, IS-A hijerarhija se naziva totalnom, inače se naziva parcijalnom.

Disjunktnost ekstenzije govori o broju pojava različitih potklasa, koje odgovaraju jednoj pojavi superklase. Ako je svakoj pojavi superklase pridružena pojava iz najviše jedne potklase, IS-A hijerarhija je disjunktna, inače je presečna.

Na osnovu disjunktnosti i kardinalnosti, IS-A hijerarhije se mogu klasifikovati na:

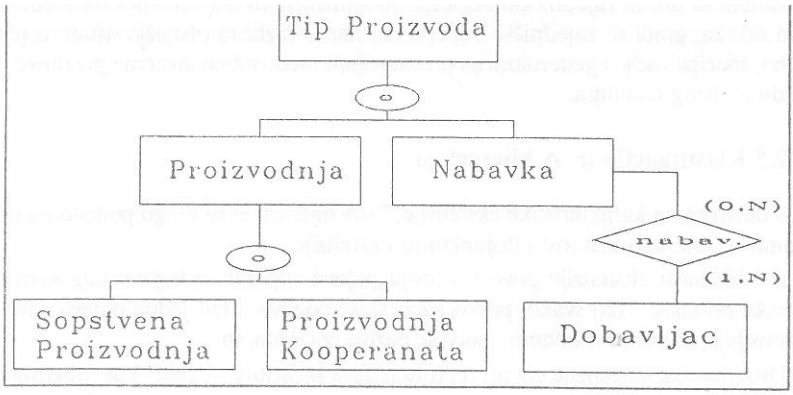
- totalne - disjunktne (TD),
- totalne - presečne (TP),
- parcijalne - disjunktne (PD) i
- parcijalne - presečne (PP).

3. MODEL PODATAKA TIPOVA PROIZVODA I SASTAVNICA

3.1 Model podataka za prikaz specijalizacije tipova proizvoda

Jedan tip proizvoda ima različite uloge u različitim delovima proizvodne organizacije. Na primer, deo ili proizvod višeg nivoa ugradnje koji se pravi u proizvodnoj organizaciji ne mora biti od interesa za odeljenje prodaje. Slično tome, za odeljenje konstrukcije ne moraju biti od interesa sve osobine proizvoda koji se nabavlja od nekog dobavljača. S druge strane, neophodno je o svakom proizvodu, delu, ili materijalu imati informaciju o poreklu da bi se, u slučaju lošeg kvaliteta, locirao dobavljač, proizvođač, ili kooperant.

Zato je potrebno klasifikovati tipove proizvoda po "poreklu". Od tipa entiteta PROIZVOD se specijalizacijom pravi totalna i presečna IS-A hijerarhija sa potklasama PROIZVODNJA i NABAVKA, kako je to prikazano na slici 1. Potklasa PROIZVODNJA predstavlja one tipove proizvoda koji se ne nabavljaju van proizvodne organizacije. Potklasa NABAVKA predstavlja one tipove proizvoda koji se nabavljaju od nekog drugog proizvođača. Daljom specijalizacijom potklase PROIZVODNJA se dobija totalna i presečna IS-A hijerarhija sa dve potklase: SOPSTVENA_PROIZVODNJA i PROIZVODNJA_KOOPERANATA. Ovo je ujedno i primer IS-A hijerarhije visine 2. U daljem tekstu će se pod tipom proizvoda podrazumevati ova IS-A hijerarhija, ali će se radi jednostavnosti, prikazivati samo tip entiteta TIP_PROIZVODA.



Slika 1.

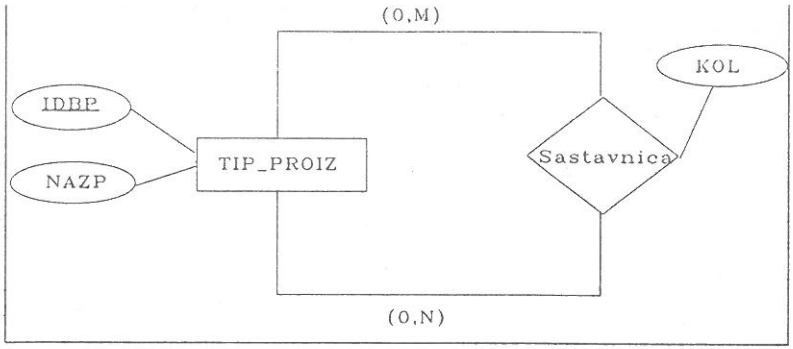
3.2. Modeli podataka za prikaz strukture proizvoda

U ovom delu ćemo se, detaljnije, baviti konceptualnim modelom podataka za opis strukture tipa proizvoda. Dva osnovna informaciona zahteva korisnika u odnosu na sastavnicu tipa proizvoda su:

- pregled komponenata datog tipa proizvoda (izlistavanje tzv. analitičke sastavnice) i
- pregled upotrebe komponente u okviru drugih komponenata, odnosno tipova proizvoda (izlistavanje tzv. sintetičke sastavnice).

Konceptualni model podataka "tipovi proizvoda i sastavnica", prikazan pomoću ER dijagrama, dat je na slici 2.

Rekurzivni tip poveznika SASTAVNICA nad tipom entiteta TIP_PROIZ omogućava povezivanje komponenti tipova proizvoda (pojava tipa entiteta TIP_PROIZ) u logičku strukturu koja odgovara sastavnici. Pojava tipa poveznika SASTAVNICA će biti trojka (n, p, k), gde je n oznaka za komponentu sastavnice, p oznaka za njenu direktno podređenu komponentu, a k je oznaka za količinu komponente p, u okviru jedne pojave nadređene komponente n. Izlistavanje analitičke sastavnice se sprovodi rekurzivnim prolaskom kroz tip poveznika SASTAVNICA, na osnovu zadate vrednosti komponente n, a izlistavanje sintetičke sastavnice se sprovodi rekurzivnim prolaskom kroz dati tip poveznika na osnovu zadate vrednosti komponente p.



Slika 2.

3.2.1. Problem varijantnosti tipa proizvoda

Vrlo česta situacija u bilo kojoj proizvodnoj organizaciji je, da se jedan tip proizvoda izrađuje u više varijanti, pri čemu se struktura tog tipa proizvoda vrlo malo razlikuje od varijante do varijante. Razlike sastavnica varijanti istog tipa proizvoda se svrstavaju u dve grupe:

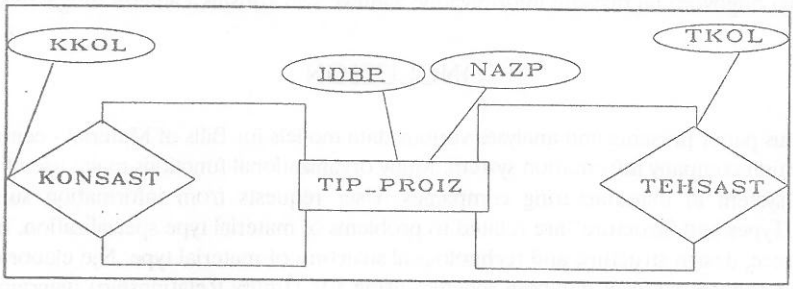
- varijanta tog tipa proizvoda ne poseduje i
- neke komponente bazne varijante tipa proizvoda su, u drugoj varijanti, zamenjene drugim komponentama.

Pošto u modelu podataka, prikazanom na slici 2, ne postoji tip entiteta i tip poveznika kojim bi se opisao pojam "varijantnosti" tipa proizvoda, znači da se svaka varijanta osnovnog tipa proizvoda mora posmatrati kao poseban tip proizvoda. Ova situacija, međutim, ne odgovara stvarnom stanju realnog sistema, a nastala je kao posledica činjenice da model podataka, prikazan na slici 2, nije semantički dovoljno "bogat" u odnosu na modelirani realni sistem. Bitan nedostatak rešenja po kome bi se svaka varijanta osnovnog tipa proizvoda proglasila novim tipom proizvoda je u tome da bi došlo do značajne replikacije podataka, budući da se sastavnice varijanti istog tipa proizvoda vrlo malo razlikuju i da su te razlike, često, pri dnu hijerarhije sastavnice. Usled replikacije podataka, ažuriranje stanja dela baze podataka, koji se odnosi na model sastavnice, može biti veoma kompleksna aktivnost. Kompleksna aktivnost, u ovom slučaju, može biti i generisanje odgovora na upit tipa "izlistati razlike sastavnica dve varijante istog tipa proizvoda". Učestanost takvog tipa upita, s druge strane, može biti dosta velika, uz istovremeni zahtev za kratkim vremenom odgovora.

Na slici 3. je prikazan konceptualni model podataka "tipovi proizvoda i sastavnica", kojim se, uspešno, prevazilaze svi, prethodno opisani, nedostaci.

Uveden je novi tip entiteta VARIJANTA, identifikaciono žavisan o tipu entiteta TIP_PROIZ, čije pojave ukazuju na varijante osnovnog tipa proizvoda. Rekurzivni tip poveznika SASTAVNICA će, sada, reprezentovati samo sastavnicu osnovnog modela datog tipa proizvoda, dok će sastavnica svake varijante osnovnog modela biti prikazana kroz razlike u odnosu na sastavnicu osnovnog modela. Zbog toga je uveden identifikaciono zavisni tip entiteta

konstrukcione i tehnološke sastavnice, zahvaljujući postojanju dva rekurzivna tipa poveznika nad tipom entiteta TIP_PROIZ.



Slika 4.

Imajući u vidu činjenicu da se konstrukciona i tehnološka sastavnica istog tipa proizvoda malo razlikuju, ovaj model podataka, generalno, ima iste nedostatke kao i model podataka na slici 2. Postupak prevazilaženja tih nedostataka je analogan slučaju rešavanja problema varijantnosti tipa proizvoda.

Bitna razlika u odnosu na problem varijantnosti je u tome da se konstrukciona i tehnološka sastavnica mogu razlikovati po načinu strukturiranja zajedničkih komponenti, u odnosu na komponente kojih ima samo u konstrukcionoj sastavnici. Konstrukciona sastavnica, naime, može imati tzv. "agregirane" tipove komponenti, kojih u tehnološkoj sastavnici nema.

Primer: U tehnološkoj sastavnici nekog automobila, se nalaze, u okviru pogonskog agregata sledeće komponente: motor, pogonsko vratilo i menjač. U konstrukcionoj sastavnici, međutim, pogonski agregat se sastoji iz pogonskog vratila i motornog sklopa, a motorni sklop se sastoji iz motora i menjača. Motorni sklop je "agregirani" tip komponente za motor i menjač.

Shodno tipovima razlika između konstrukcione i tehnološke sastavnice treba modifikovati i model podataka "tipovi proizvoda i sastavnica", prikazan na slici 3. Jedno moguće rešenje je da rekurzivni tip poveznika SASTAVNICA, nad tipom entiteta TIP_PROIZ reprezentuje konstrukcionu sastavnicu. Za tip entiteta TIP_PROIZ bi bio povezan i identifikaciono zavisni tip entiteta RAZTEHKON, čija bi svaka pojava reprezentovala jednu razliku između konstrukcione i tehnološke sastavnice (slično ulozi tipa netiteta IZMENE, u okviru ER-dijagrama na slici 3). Pošto se svaka razlika između ove dve sastavnice odnosi na dodavanje nove, ili uklanjanje postojeće grane iz konstrukcione sastavnice, znači da bi i tip entiteta RAZTEHKON bio superklasa IS-A hijerarhije s potklasama DODATAK i UKLANJANJE. Ove potklase bi imale svoje specifične veze prema tipu poveznika SASTAVNICA, odnosno tipu entiteta TIP_PROIZ.

4. Zaključak

U radu je prikazan koncept IS-A hijerarhije i prezentovan način njegove upotrebe u modeliranju konceptualne šeme sistema "Tipovi proizvoda i sastavnice". Kao element semantičkih modela podataka, IS-A hijerarhija je izuzetno pogodan, visoko-formalizovani, koncept za

macionog sistema, koji je primenjen i u slučaju "Tipova proizvoda i sastavnica". U radu se, takođe, diskutuju rešenja modela podataka sastavnice, kojima se mogu prevazići problemi, nastali usled postojanja više varijanti istog tipa proizvoda, u cilju omogućavanja efikasnog generisanja odgovora na različite informacione zahteve svih korisnika analiziranog sistema.

CONCLUSION

This paper presents and analyses various data models for Bills of Material - central part of production company information system. Many organizational functions make use of Bills of Material system in manufacturing companies. User requests from information subsystem "Product Types and Structure" are related to problems of material type specialization, material type variance, design structure and technological structure of material type. Nje elaborate data models on conceptual level database schema, using ER (Entity-Relationship) diagrams, njith semantic data model elements added. Those data models represent solution of discussed problems and represent basis for possibility of efficient response to information requests. The conceptual schema, proposed here, as known, could be translated into relational, hierarchical, or network implementation database schema.

Literatura:

[1] Brock E. O, Remmen F, Wortman J. C: "A Conceptual Model for Product-Types and Bills-of-material: Application of a Set-theoretic Approach" (Proceedings of the IFIP TC5/WG 5.7 Working Conference on Design, Implementation and Operations of Databases for Production Management, Barcelona, 10-12. may 1989. pp 3-39).

[2] Elmasri R, Navathe S. B: "Fundamentals of Database Systems" (The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. Redwood City, California, 1989).

JEDINSTVENI INFORMACIONI SISTEM ZA PREDUZEĆA SA CIM KONCEPTOM

Mr B.Stojiljković,Ei INFORMATIKA - Niš
Dr V. Stoiljković,red.prof., Mašinski fakultet u Nišu

*CIM (Computer Integrated Manufacturing) koncept preduzeća podrazumeva proizvodnju podržanu računarom, odnosno integraciju svih informacionih tokova u jednom preduzeću, kao i povezivanje sa okruženjem. U ovom radu se izlaže koncept Jedinstvenog informacionog sistema (JIS) za preduzeća sa CIM konceptom poslovanja, zasnovanog na šest dekomponaovanih celina i realizacijom na bazi standarda OSI (Open System Architecture) otvorene mrežne arhitekture i softvera za upravljanje relacionim bazama podataka u ambijentu SQL*NET.*

1. UVOD

Značaj informacije u svim domenima ljudske delatnosti postaje presudan, a i brzog napredka. Praktično u tržišnom uslovima je nemoguće organizovati život i rad bilo kog sistema, počev od osnovnih organizacija do nacionalnih ekonomija ukoliko za podlogu ne postoji savremen i efikasan informacioni sistem.

Pod informacionim sistemom podrazumeva se skup tačnih, pravovremenih i relevantnih podataka odredjenog procesa u okviru delatnosti, i to zasnovanog na primeni najnovijih tehnika i tehnologija računarstva i informatike. Zadatak informacionog sistema je da na pogodan način i pravovremeno obezbedi tačnu i relevantnu informaciju u cilju donošenja pravovremenih i kvalitetnih odluka od strane korisnika informaciono sistema.

U našoj praksi postoje različiti nazivi za pojam informacioni sistem - IS, i najčešće se korise nazivi Jedinstven informacioni sistem - JIS i Integrisani informacioni sistem - IIS. Za potrebe istraživačko-razvojnog projekta „CIM sistemi sa razdeljenim bazama podataka„ koristi se naziv Jedinstveni informacioni sistema (JIS preduzeća).

JIS Preduzeća ne podrazumeva statičan i centralizovani sistem, već pre svega distribuirani kome se najveći deo poslova organizuje i završava tamo gde podaci nastaju. Pored distribuiranosti, JIS Preduzeća se ogleda i jedinstvenosti dizajniranja baza, jedinstvenom sistemu označavanja, jedinstvenoj metodologiji izrade i dokumentovanja projekata i programa, kao i jedinsvenoj globalnoj koncepciji razvoja i uspostavljanja ovog informacionog sistema.

Osnovni efekti koje treba da obezbedi JIS Preduzeća odnose se u prvom redu na unapredjenje upravljanja poslovnim sistemom, povećanje stepena informisanosti svih učesnika rada u preduzeću, kao i povećanje produktivnosti i kvaliteta proizvoda i usluga.

Osnovni zahtevi pri utvrdjivanju koncepta JIS Preduzeća treba da budu u okviru sistemskih zahteva projektovanja ovakvih složenih sistema, a to su:

- Modularno organizovanje strukture u CIM konceptu
- Dekompozicija na bazi definisanih poslovnih procesa
- Distribucija baza podataka
- Tehničko-tehnološka podrška na bazi najnovijih saznanja računarstva i tehnologije
- Jednoznačno označavanje svih činilaca poslovanja
- Obezbedjenje povezivanja informacija sa okruženjem
- Potrebna zaštita sistema i podataka - Automatizacija razvoja korišenjem CASE alata
- Obezbedjenj kadrovskih i organizacionih uslova

Uvažavajući opredeljenje da CIM koncept bude strateški koncept poslovanja i razvoja u savremeom preduzeću, JIS preduzeća se sagledava u takvom konceptu, i na takovoj osnovi se postavlja njegova arhitektura i način realizacije.

2. ARHITEKTURA JIS PREDUZEĆA

Pod arhitekturom JIS podrazumeva se skup medjusobno povezanih logičkih celina (informacionih sistema) neophodnih da podrže informacione zahteve poslovnog sistema.

Arhitektura se definiše na osnovu modela poslovnih procesa koji su sagledani prilikom analize preduzeća, i to na bazi funkcionalne dekompozicije osnovnih grupa procesa. Za svaku grupu procesa u skladu sa životnim ciklusom odvijanja procesa identifikovani su procesi i klase podataka koje ti procesi stvaraju. Pored ovih procesa, saglasno opredeljenju uvodjenja CIM koncepta u preduzeću, definisani su procesi koji odredjuju CIM integraciju, i oni su uključeni kao polazni elementi za uvrdjivanje arhitekture JIS Preduzeća.

Za poslovni sistema bilo kog preduzeća, koliko u ovom momentu se činilo da je realizacija CIM koncepta daleko, ona je u isto vreme realna, pre svega kao zahtev dugoročnih ciljeva razvoja preduzeća. Zato je i polazni nivo za utvrdjivanje Arhitekture JIS preduzeća sagledavan uvažavajući poznatu strukturu CIM koncepcija, koja se može rralizovati kod nas.

Polazeći od ovakvog opredeljenja integracije podataka i informacija, arhitektura JIS preduzeća se definiše sa sledećim informacionim celinama, dato na sl.1, i to:

MIS - MENAGMENT INFORMACIONI SISTEM (Managment Information System)

PPS - PLANIRANJE I UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM (Production Planning System)

CAD - ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ (Computer Aided Desing)

CAP - PLANIRANJE TEHNOLOGIJE (Computer Aided Planning)

CAM - PROIZVODNJA (Computer Aided Manufacturing)

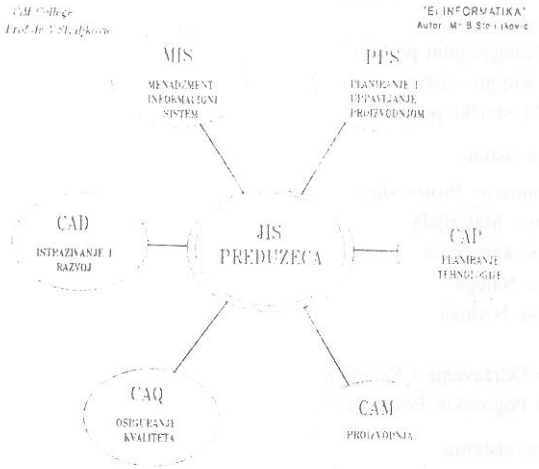
CAQ - OBEZBEDJENJE KVALITETA (Computer Aided Quality)

Ovako uradjena dekompozicija na informacione sisteme je prvi nivo athitektute JIS Preduzeća, i ove oznake će se dalje koristiti radi dekompozicije svakog informacionog sistema.

MIS (Managment Information System) - MENADŽMENT INFORMACIONI SISTEM se u okviru JIS preduzeća sagledava kao celina sa zadatkom da obezbedi potrebne informacije radi vodjenja i upravljanja poslovima marketinga i poslovanja konkurentnosti. Ovaj informacioni sistem je polazni i objedinjavajući sa aspekta obezbedjivanja tačnih i kvalitetnih podataka za poslovno planiranje i upravljanje preduzećem. U operativnom delu informacioni sistem MIS automatizuje marketinške poslove, celokupno poslovanje prodaje,

knjigovodstvo, Pravni i opšti poslovi.

PPS (Poduct Planning System) - PLANIRANJE I UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM je informaciona celina definisana saglasno odabranom CIM konceptu poslovanja, sa zadatkom da integriše sve potrebne podatke za planiranje i upravljanje proizvodnjom. U okviru ovog informacionog sistema su integrisani svi procesi koji se odnose na na plansko i ekonomično obezbedjivanje materijala i sirovina i procesi planiranja i lansiranja proizvodnje.



Slika 1: Dekompozicija JIS preduzeća

CAD (Computer Aided Design) - ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ kao informaciona celina se sagledava prema prihvaćenom CIM konceptu u poslovanju u preduzeću, grupe procesa Istraživanje i razvoj. Zadatak ovog informacionog sistema je da u potpunosti automatizuje rad istraživačkih i kreatorskih, odnosno razvojnih aktivnosti, i da obezbedi integraciju podataka o tehničkoj, stručnoj i poslovnoj dokumentaciji.

CAP (Computer Aided Planning) - PLANIRANJE TEHNOLOGIJE u okviru CIM koncepta čini poseban deo poslovanja, i radi toga se u strukturi JIS preduzeća tretira kao informaciona celina, sa ciljem da objedini poslovanje proizvodnje. Ovaj informacioni sistem automatizuje poslovne procese iz grupe procesa Proizvodnja i kontrola, koji se odnose na planiranje tehnologije proizvodnje i usluga u preduzeću.

CAM (Computer Aided Manufacturing) je osnovna informaciona celina za realizaciju CIM koncepta poslovanja. Ovaj informacioni sistem ovuhvata najveći broj poslovnih procesa iz grupe procesa Proizvodnja i kontrola, i obezbedjuje sve podatke i informacije o procesima rada, automatizacijom i akvizicijom pogonskih podataka, radi praćenja proizvodnje u svim fazama realizacije.

CAQ (Computer Aided Quality) - OBEZBEDJENJE KVALITETA se posmatra kao posebna informaciona celina, i obuhvate sve poslovne procese iz grupe procesa Proizvodnja i kontrola, odnose na kontrolu kvaliteta, uključujući i laboratorijska ipitivanja. Zadatak ovog informacionog sistema je da obezbedi sve podatke vezane za ostvarivanje što boljeg kvaliteta u svim delovima poslovanja.

3. DEKOMPOZICIJA JIS PREDUZECA

Za razvoj JIS preduzeća odabrana je metodologija rada i projektovanja zasnovana na principima SSA - strukturne sistem analize, i shodno toj metodologiji izvršena je dekompozicija na informacione sisteme i podsisteme, odnosno izvršena je podela JIS

informacionih sistema na podsisteme.

Pri dekompoziciji informacionih sistema na podsisteme pre svega je vodjeno računa o pripadnosti i obuhvatnosti poslovnih procesa iz ranije analiziranih grupa sagledavanjem procesa koji se predvidjaju da funkcionišu u fabrici prihvatanjem CIM koncepta poslovanja.

MIS informacioni sistem

PAP - Planiranje i Analiza Poslovanja

MTG - MarekeTinG

PKP - Prodaja i Komercijalni poslovi

FIK - Finansije i Knjigovodstvo

PIZ - Pravni i Zajednički poslovi

PPS informacioni sistem

GPP - Grubo Planiranje Proizvodnje

EKM - EKonomoja Materijala

EKK - EKonomija kapaciteta

LAN - LAnsiranje Naloga

UNA - Upravljanje NAloga

ANA - ANAliza

POR - Planiranje Održavanja i Remonta

APP - Akvizicija Pogonskih Podataka

CAD informacioni sistema

PPR - Projektovanje Pomoću Računara

EXS - EXpertni Sistemi

PRZ - Praćenje Razvojnih Zadataka

NTI - Naučno Tehnička Informatika

PTD - Praćenje Tehničke dokumentacije

AKP - Automatizacija Kancelarijskog Poslovanja

CAP informacioni sistem

PTP - Planiranje Tehnologije Proizvodnje

PTF - Planiranje Tehnologije Finalizacije

ITP - Izrada Tehnoloških Postupaka

TOK - Tehnologija Obezbedjenja Kvaliteta

SDM - Specifikacija Delova i Materijala

PNC - Programiranje NC Mašina

CAM informacioni sistem

UPR - Upravljanje Procesima Rada

UMA - Upravljanja MAšinama

UTR - Upravljanje TRansportom

USK - Upravljanje SKladištima

UOR - Upravljanje Održavanjem i Remontom

CAQ informacioni sistem

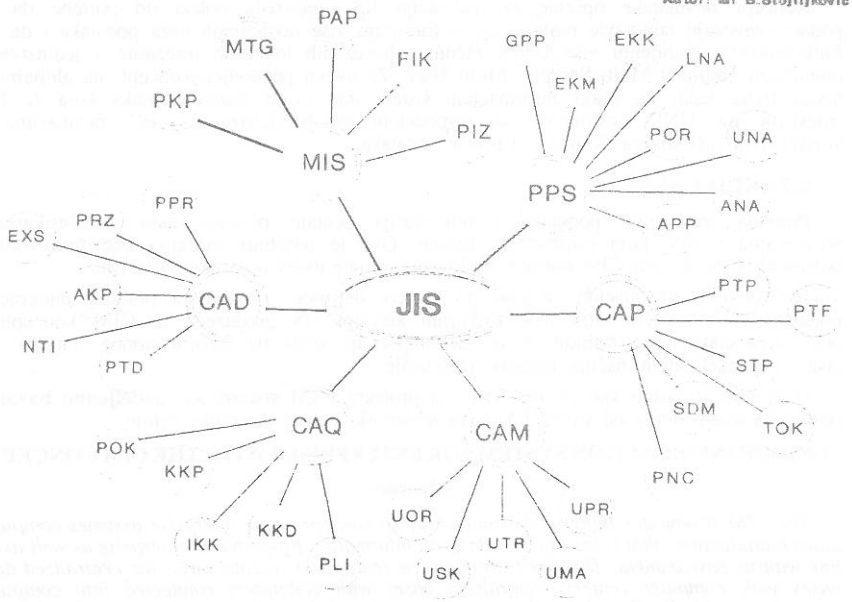
POK - Planiranje Obezbedjenja Kvaliteta

PLI - Praćenje Laboratorijskih Ispitivanja

KKP - Kontrola Kvaliteta Proizvodnje

KKD - Kontrola Kvaliteta Delova

Ova dva nivoa dekomozicije, na informacione sisteme i njihove podsisteme, predstavljaju Globalni koncept JIS preduzeća, koji će biti osnova za dalju razradu pri projektovanju i izradi aplikativnih rešenja. Na sl.2 prikazana je celokupna struktura JIS preduzeća na globalnom nivou, sa oznakama informacionih sistema i podsistema pomoću kojih se oni jednoznačno identifikuju.



Slika 2: JIS preduzeća

4. REALIZACIJA JIS PREDUZEĆA U OSI ARHITEKTURI

Realizacija složenih informacionih sistema, danas nije moguća bez korišćenja standardizovanih postupaka u svim fazama realizacije JIS preduzeća. Metodologija projektovanja koja treba da se koristi za realizaciju JIS preduzeća, danas se zasniva na principima inženjerskog koncepta (Software Engineering Concept, Information Engineering).

Sam razvoj JIS preduzeća, treba da bude na bazi najnovijih saznanja, komunikacija i informatike, kao i na savremenim principima distribuirane obrade, korišćenja relacionih baza podataka i postizanja potpune integracije i otvorenosti računarskih uredjaja, mreža računara i uredjaja za prikaz i akviziciju podataka.

Prema ovakvim zahtevima, za razvoj JIS preduzeća treba koristiti standarde i CASE (Computer Aided Software Engineering) proizvod za automatizaciju rada.

Kako gotova aplikativna rešenja nije moguće obezbediti za definisanu arhitekturu JIS preduzeća, to razvoj ovog informacionog sistema je dugotrajan zadatak i zasniva se na sopstvenom modelu podataka, preko koga se ostvaruje integracija svih informacija i podataka. formitratina za ceo JIS preduzeća, i to korišćenjem tehnike E-R modeliranja, i na osnovu tog modela odabrati razdeljenost baza podataka i njihovu realizaciju.

Softver za upravljanje bazama podataka treba da bude zasnovan na korišćenju realcionih baza podataka, jezika SQL za rad i da poseduje mogućnost mrežnog rada, odnosno dvofaznu manipulaciju podacima SQL*NET. Generatori aplikacija i softver za automatizaciju projektovanja su neophodni za razvoj JIS preduzeća, i oni treba da se rešavaju prema odabranoj metodologiji projektovanja, i zajedno sa softverom za upravljanje relacionim bazama podataka.

Koncept računarske opreme za realizaciju JIS preduzeća polazi od potrebe da se podaci registruju tamo gde nastaju, da se formiraju više razdeljenih baza podataka i da on funkcioniše u ambijentu više UNIX računara povezanih lokalnim mrežama u jedinstveno integrisani ambijent Multi Server / Multi User. Za ovako postavljen koncept, na globalnom nivou treba težiti da svaki informacioni sistem ima svoju bazu podataka koja će biti smeštena na UNIX računaru, sa raspodelom nekih delova na PC računarima i korišćenjem uredjaja za akviziciju i prikaz podataka.

6.ZAKLJUĆAK

Potpuna integracija podataka i informacija postaje osnovni uslov za efikasnost odlučivanja u bilo kom poslovnom sistemu. Ovo je posebno značajno kod proizvodnih polsovnih sistema, gde CIM koncept poslovanja postaje uslov opstanka na tržištu.

Jedinsteveni informacioni sistem, po svojeoj definiciji predstavlja pokušaj integracije podataka i informacija kod nas. Prikazani koncept JIS preduzeća sa CIM konceptom poslovanja daje na globalnom nivou dekompoziciju ovakvog informacionog sistema, sa jasnim opredeljenjem načina njegove realizacije.

Ovaj rad je nastao kao rezultat rada na projektu **CIM sistemi sa razdeljenim bazama podataka** finansiranog od strane Fonda za tehnološki razvoj republike Srbije.

UNIQUE INFORMATION SYSTEM FOR ENTERPRISES WITH THE CIM CONCEPT

Abstract

The CIM (Computer Integrated Manufacturing) concept of an enterprise assumes computer aided manufacture, that is the integration of all information flows in one enterprise as well as its link with its environment. This integration can be realized in various ways: the centralized data bases with computer centers, centralized bases with computers connected into computer networks or with distributed data bases within a unique information system and on the platform of heterogeneous computer netwroks (PC, Mini and Host computers with various operational systems).

This paper presents a concept of the unique information system for enterprises with the CIM concept. This system is decomposed into 6 or 8 subsystems and provides for the OSI (Open System Interconnection) architecture. Each information subsystem represents an independent entity linked into a unique system. The data bases are distributed. The data integration is realized within a unique logical data model and within the software ambience of the relation data bases control system. For all the data bases a corresponding protection is provided for in the form of the data manipulation reliability in the SQL NET ambience.

The manufacture of a unique logical data model is realized by using the E-R Model (Entity - Relationship Model) as a standard methodology for which a great number of the CASE tools exists.

7.LITERATURA

(1) Stojiljković B. „CIB koncept preduzeća„, Naučno-stručni skup „Mikrografija 92„, Arandjelovac 1992 god..

(2) „CIM College„ Prof.dr. V.Stoiljković „Globalni projekat uvodjenja CIM sistema u DP Fabrika duvana Niš„, 1991 god.

(3) „CIM College„ Prof.dr V.Stoiljković „Globalni projekat uvodjenja CIM sistema u DP Mačkatica Surdulica„, 1992 god.

ZAŠTITA INFORMACIONIH RESURSA U CIM OKRUŽENJU

Nenad Knežević, Dušica Žurić, Zora Arsovski, Miroljub Banković
DOO "Zastava Jugo automobili" - RJ "Organizacija i informatika"
Slavko Arsovski, Zvonko Djordjević,Mašinski fakultet, Kragujevac

1. UVOD

Da bi jedan informacioni sistem ispravno funcionisao i davao dobre rezultate, vrlo je bitno obezbediti zaštitu informacionih resursa. Bez obzira na način organizacije podataka (da li su to relacione baze podataka - DB2 subsystem, hijerarhijske - DLI baze podataka, VSAM ili bilo šta drugo) treba naći načina za obnavljanje podataka (takozvani RECOVERY).

U toku rada sa podacima moguće su različite havarije čije su posledice gubljenje podataka - recimo greške u software-u (greške u korisničkim programima ili u samom subsystem-u organizacije podataka), greške u hardwere-u uključujući nestanak električneenergije, kao i greške u rukovanju podacima. Ukoliko se kopiranje podataka vrši pravovremeno i ukoliko se sve izmene na podacima zapisuju u data setove za to odredjene, u svakom momentu(kada je to potrebno) moguće je procedurom RECOVERY dovestipodatke na stanje neposredno pre havarije ili na neko predjašnjestanje. U ovom radu izlozićemo način zastite - kopiranja podataka u okviru DB2 subsystem-a na operativnom sistemu MVS.

2.OSNOVI PROCEDURE ZAŠTITE

Kopije tablespace-ova se čuvaju u okviru tzv. GENERATION DATA GROUP (GDG) tako što je za svaki TS definisana po jedna GDG sa recimo tri moguće generacije pri čemu kod overflow-a dolazi do brisanja najstarije generacije:

```
//SYSIN DD *
          BLDG INDEX=SYSADM.GDG.TSCENDEL,CVOL=3380=MVSCAT,
ENTRIES=3,DELETE
//
```

Različite tabele se različitim intenzitetom menjaju (dodavanje novih slogova, ačuriranje i brisanje postojećih) pa ih je u skladu s tim potrebno češće ili redje kopirati. Kako u DB2

odrediti za svaki TS ponaosob u kojim vremenskim intervalima treba praviti FULL i INCREMENTAL kopije. To je uradjeno tako što je formirana

DB2 tabela MAXIC:

```
CREATE TABLE MAXIC
    (DB        CHAR(8)          NOT NULL,
     TS        CHAR(8)          NOT NULL,
    MAXDAYSFIC DECIMAL(2)       NOT NULL,
    MAXDAYSIIC DECIMAL(2)       NOT NULL)
IN DBADM.TSADM
```

Ponekad je recovery procedurom potrebno podatke vratiti na neko prethodno stanje - slučaj kada zadnje napravljene kopije nisu dostupne (uništene) ili tzv. LOG data setovi nisu čitljivi. Više DB2 tabela čine osnovu tj. bazu neke aplikacije tako dasu podaci u njima logički povezani i zavisni. Zbog toga je u procesu kopiranja potrebno odediti koje tabele treba kopirati u isto vreme da bi se u slučaju potrebe mogle vratiti na neko predjašnje stanje. Dakle, formiramo tzv. POC (POINT IN TIME OF CONSISTENCU) i odgovarajuću DB2 tabelu GRUPA:

```
CREATE TABLE GRUPA
    (IMEGR  CHAR(8)   NOT NULL,
     IMEDB  CHAR(8)   NOT NULL,
     IMETS  CHAR(8)   NOT NULL)
IN DBADM.TSADM
```

gde srodne (zavisne) tabele odredjujemo prema nazivu grupe. Sve grupe tabela ne treba kopirati istovremeno već u zavisnosti od stepena ažuriranja. Zato formiramo DB2 tabelu POCGRUPA:

IME	DAN1	DAN2	DAN3	DAN4	DATVRE	INDIKATOR
DB2	01				1992-04-01-06.50.52.873926	
MAGPOS	05	12	20	25	1992-03-25-23.53.47.124536	*
NABAVKA	07	15	23		1992-03-23-20.13.27.692572	

Ove tri DB2 tabele (POCGRUPA, GRUPA i MAXIC) su polaz za kreiranje procesa automatskog kopiranja informacionih resursa DB2 subsystem-a. Pri tome su odredjeni programi pisani u programskom jeziku PL/I, korišćen je interpreter CLIST za formiranjeskeletona i job controla kao i ISPF (INTERACTIVE SYSTEM PRODUCTIVITY FACILITY).

Prvi u nizu je PL/I program PRIPCOP koji najpre vrši analizu tabele POCGRUPA i to pre svega da li je potrebno kopiranje čitavog DB2 subsystem-a (sve postojeće korisničke tabele, catalog DB2, DB2 ICF catalog, DB2 LOG-ovi, BSDS) i to tako što seporedi tekući datum i datum u kolonama DAN1, DAN2, DAN3 i DAN4 imajući u vidu TIMESTAMP zadnjeg uspešnog kopiranja smeštenog u koloni DATVRE. Ukoliko jeste,program iz tabele GRUPA

IME = DB2 smešta '*' koja ukazuje da je izabrano kopiranje te grupe.

Ukoliko je kopiranje čitavog DB2 subsystem-a već obavljeno ranije (prethodnog ili nekog od prethodnih dana) program PRIPCOP na osnovu ostalih podataka u tabeli POCGRUPA odlučuje koje grupe TS-ova treba kopirati, na osnovu imena grupe pravi spisak TS-ova koji pripadaju toj grupi (upitom u tabelu GRUPA) i postavlja indikator na '*' kao znak da je grupa odabrana za kopiranje. Odgovarajući spisak TS-ova se upisuje u ISPF tabelu PCOPY.

Ukoliko nije potrebno kopirati celu grupu, tada na osnovu imena grupe i TS-ova koji pripadaju toj grupi, program vrši upit u tabelu MAXIC u kojoj su za svaki TS ponaosob smešteni podaci o broju dana izmedju dve FULL (MAXDAYSFIC) ili dve INCREMENTAL kopije (MAXDAYSIIC). Ukoliko je zadnja kopija uzeta pre više od datog broja dana (upit u SYSIBM.SYSCOPY) onda taj TS treba kopirati pa se na osnovu toga koja je kopija potrebna, FULL ili INCREMENTAL, TS upisuje u ISPF tabelu FCOPY ili ICOPY.

```
:
EXEC SQL SELECT MAX(ICDATE)
            INTO :BROJ
            FROM SYSIBM.SYSCOPY
            WHERE DBNAME = :SGRUPA.IMEDB AND
            TSNAME = :SGRUPA.IMETS AND
            ICTYPE = 'F';
IF ( SQLCODE = -305 | SMAXIC.MAXDAYSFIC  PDATUM - PBROJ )
THEN DO;
      TIME.IMEGR = BROJF;
      TIME.IMEDB = SGRUPA.IMEDB;
      TIME.IMETS = SGRUPA.IMETS;
      CALL ISPLINK('TBADD  ', 'FCOPY  ');
      BROJF = BROJF + 1;
END;
:
```

Na ovaj način se svakoga dana (uz pretpostavku da se ova procedura svakoga dana i sprovodi) odredjuju TS-ovi koje je potrebnokopirati. Pri tome su u ISPF tabelu PCOPY upisani TS-ovi koji seu okviru grupe kopiraju, u FCOPY su oni koji se FULL kopiraju au ICOPY oni TS-ovi za koje su potrebne INCREMENTAL kopije.

Tok ovako zamisljene procedure bi bio:

1. Provera POC kontrolnih tabela (POCGRUPA, GRUPA, MAXIC) Potreban POC?

<>-->

|

DA

3. DISPLAY DATABASE() SPACENAM()
TS nije u RESTRICT statusu?
<>-->
|
DA

4. START DATABASE() SPACENAM() ACCESS(UT)
TS može biti startovan?
<>-->
|
DA

5. Generisanje JCL-a i kontrolnih kartica za FULL ili INCREMENTAL kopiranje

6. Izvodjenje kopiranja
Kopiranje uspešno?
<>-->
|
DA

7. Postavljanje POC indikatora (' ') na "uspešno"
Ažuriranje kolone DATVRE u kontrolnoj tabeli POCGRUPA
START DATABASE() SPACENAM() ACCESS(RW)

Prvi i drugi korak smo već objasnili. U trećem koraku koristi se CLIST koji kreira komande za provery statusa TS-ova:

```
)DEFAULT )%?¦<170>
 DSN SYSTEM(DSN)
)DOT %TCOPY
 -DISPLAY DATABASE(%IMEDB) SPACENAM(%IMETS)
)ENDDOT
 END
```

Ukoliko TS nema status RW briše se iz odgovarajuće ISPF tabele (PCOPY, FCOPY, ICOPY) a upisuje se u takodje ISPF tabelu LOSITS. Na taj način u tabelama PCOPY, FCOPY, ICOPY ostaju upisani samo oni TS-ovi koje treba kopirati a za to ne postoji nikakva smetnja.

Dakle, sada možemo preći na korak 4, tj. startovanje odabranih TS-ova sa statusom 'UT',

```
//UT%TCOPY EXEC PGM=IKJEFT01,DYNAMNBR=20,REGION=1024K
//* STARTOVANJE TABLESPACE-OVA SA ACCESS MODOM (UT)
//*-----------------------------------------------------------------------------------------------*/
//SYSTSPRT DD  DSN=SYSADM.ISPF.PROD.ISPPRINT,
//        DISP=(MOD,KEEP,KEEP)
//SYSPRINT DD SYSOUT=*
//SYSTSIN  DD *
   DSN SYSTEM(DSN)
   )DOT %TCOPY
   -START DATABASE(%IMEDB) SPACENAM(%IMETS) ACCESS(UT)
   )ENDDOT
  END
/*
```

a zatim i kreirati sve ostale JOB-ove: za kopiranje, MERGECOPY (ukoliko je išlo INCREMENTAL kopiranje), kopiranje DB2 kataloga, MODIFY. Sve te, u stvari stepove konačnog JOB-a, treba povezati i startovati (tačka 6).

Kako iskontrolisati da li je sve uspešno kopirano?

Program PROVCOP čitajući tabele PCOPY, FCOPY i ICOPY proverava da li postoje upisane kopije pod tekućim datumom za dati TS u tabeli SYSIBM.SYSCOPY. Ukoliko ne postoje, dakle kopiranje nije bilo uspešno, taj TS se upisuje u tabelu LOSITS, a indikator u tabeli POCGRUPA, za grupu kojoj dati TS pripada ostaje '*' kao znak da nije proslo kopiranje. Ukoliko je pak kopiranje bilo uspešno, i to kopiranje svih TS-ova u okviru grupe, indikator se vrača na ' ' a DATVRE se ažurira tekućim TIMESTAMP-om.

Nakon ovoga, ukoliko smo se na početku odlučili za kopiranje celog DB2 subsystem-a, dolazi

- stopiranje DB2 subsystem-a
- defregmentacija diska na kome se čuvaju GDG kopije
- kopiranje BSDS-a
- kopiranje LOG-ova
- kopiranje DB2 ICF kataloga.

Ovo bi bila procedura zaštite informacionih resursa koju je samo potrebno startovati svakoga dana (ručno ili čak automatski) u vreme kada korisnici DB2 podataka završe sa radom. Šta i kada treba kopirati stvar je parametara unapred datih i postavljenih u proceduri. Ukoliko neki od navedenih koraka bude neuspešan, o tome će glasiti poruka koja čeka na ekranu DB administratora kada se sutradan bude uključio u svoj USERID.

Svakako, ukoliko je procedura uspešno zavrsila, na ekranu kod. DB2 administratora kod uključenja će pisati:

KOPIRANJE USPESNO OBAVLJENO
04/01/92----------23.25.31
****

3. ZAKLJUČCI

Iz izloženog se mogu izvući sledeći zaključci:

- problemu zaštite informacionih resursa u CIM okruženju treba posvetiti izuzetno veliku pažnju,

- zavisno od DB okruženja treba ugraditi odgovarajuće procedure koje će pouzdano omogućiti zaštitu informacionih resursa,

- procedura koja je izložena u ovom radu omogućava uspešno kopiranje podataka u okviru DB2 subsistema u okviru operativnog sistema MVS.

LITERATURA

1. Toby J. Teory, James P. Fry, Design of Database Structures, The University of Michigen, 1982.
2. M. Vette, R.N. Maddison, Database Design Methodology, 1981.
3. H.D. Clifton,Business data systems, Prentice Hall International, 1990.
4. Robert M. Thacker, A New CIM model, SME, Michigen, 1989.
5. B.C. McNurlin, R.H. Sprague, Information Systems Management in Practice, Prentice Hall International, 1989.

Abstract:

Expectation of right functioning of information systems is close with protection of information resources. In practice these are relational data base - a.e. DB2 subsystem, hierarhicala.e. DL1 data base, a.e. VSAM or other data base systems and subsystems.

During computing it is possible loosing of data because there are failures in software, hardware, or data manipulation. Solution is in making procedures for data recovery.

In this paper are described the possibilities of protectionand copying of data in DB2 subsystem environment.

RAZVOJ PPC SISTEMA U CIM OKRUŽENJU

Zora Arsovski, Miroljub Banković,
DOO "Zastava Jugo automobili"-RJ "Organizacija i informatika
Slavko Arsovski, Mašinski fakultet, Kragujevac
Milan Perović, Mašinski fakultet, Podgorica

1. UVOD

U ovom radu su, pored osnova CIM sistema, dati i elementi razvoja informacionih sistema u oblasti upravljanja proizvodnjom kao "kičme" budućeg CIM sistema u SDP "Zastava" i preliminarni koncept CIM sistema sa aspekta integracije podataka. Navedeni podaci ukazuju na složenost i dugotrajnost procesa razvoja informatike u SDP "Zastava" iz čega se može sagledati da se razvoj tretira kao neprekidan proces.

2. OSNOVI PPC I CIM SISTEMA

Centralno pitanje razvoja savremenih proizvodnih sistema je povećanje njihove fleksibilnosti pri istom ili većem nivou produktivnosti rada, uz kreiranje dugoročnih koncepcija i zadataka kojima se smanjuju vremena protoka i nivo nezavršene proizvodnje. Posebno razvijeni PPC, CAD, CAM, CAPP sistemi omogućavaju lakši rad u oblasti planiranja i upravljanja proizvodnjom aliefekti njihove primene u većini slučajeva ne odgovaraju potrebama industrije.

CIM (Computer Integrated Manufacturing) sistem predstavljanovi koncept proizvodnih sistema u kojima je izvršena integracija procesa i informacija i to na nivou planiranja i upravljanja proizvodnjom i na nivou tehničkih funkcija.

Nasuprot Tajlorovim principima organizacije, u CIM sistemima vrši se reintegracija funkcionalno razdvojenih operacija, tako što se najpre za svaki podproces razvija odgovarajuća baza podataka, koje se zatim integrišu (1. faza integracije) u zajedničku bazu podataka. Nakon integracije podataka vrši se integracija razdvojenih procesa (2. faza integracije). Da bi se ostvario ovaj "totalni" CIM koncept potrebno je kreirati veze podataka izmedju tehničkih funkcija, planiranja i upravljanja proizvodnjom i drugih procesa.

U proizvodnim sistemima sa računarskom obradom podatakaveza izmedju odgovarajućih funkcija ostvaruje se pomoću dokumentacije, počev od naloga za proizvodnju, preko konstrukcije,planiranja procesa, izrade itd.

Kreirati organizaciju podataka nezavisnu od aplikacija znači izvršiti takav dizajn podataka i procesa koji omogućava kreiranje zajedničke baze podataka za tehničku oblast, planiranje proizvodnje i finansijsku oblast.

Veza izmedju procesa ostvaruje se pomoću odgovarajućih računarskih mreža. Pri tome je preduslov da se svaki proces upravlja pomoću odgovarajućih računarskih sistema (lokalnih ili centralnih). Lokalne računarske mreže (LAN - Local Area Network) stvaraju se na bazi geometrijskog rasporeda čvorova i veza izmedju njih.

Povratna sprega omogućuje uporedjivanje planiranih sa stvarnim podacima iz procesa i, u slučaju velikog odstupanja izmedju njih, uključivanje odgovarajuće upravljačke logike.

U CIM konceptu koriste se odgovarajući sistemi za obuhvatanje podataka iz proizvodnje (brojači udaraca kod presa, ulazni podaci iz DNC priključaka mašina, sistemi BAR CODE čitača,sistemi sa bedževima kod fleksibilnih proizvodnih sistema, itd.).

Jezgro CIM sistema predstavlja sistem za planiranje i upravljanje proizvodnjom (u daljem tekstu PPC sistem). Osnovni podaci potrebni za razvoj PPC sistema su podaci o proizvodima i kapacitetima. Na osnovu ovih podataka razvija se relacioni model entiteta koji obuhvata osnovne entitete (podaci koji se moraju uzeti u razmatranje pri razvoju PPC sistema) i relacije.

PPC sistemi se izgradjuju u više faza i to kao hijerarhijski sistemi. Prva faza obrade naloga je planiranje glavnog programa proizvodnje na osnovu predvidjanja prodaje. Ovaj nivoplaniranja je ulaz za upravljanje materijalom i kapacitetima, pri čemu se koriste različite metode organizacije i simulacije proizvodnje i prodaje.

Upravljanje materijalom dobijene podatke iz glavnog programa proizvodnje (koji se odnose na finalne proizvode) razbija postrukturi na sklopove, podsklopove i delove. Pri tome se ispituje nivo zaliha i pomoću odgovarajućih modela odredjuje plan potrebnog materijala u posmatranom periodu.

Upravljanje kapacitetom omogućuje dobijanje planova kapaciteta koji se zatim usklađuju. Rezultat je takvo opterećenje kapaciteta koje omogućuje odvijanje naloga u zadatim terminima uz maksimalno iskorišćenje kapaciteta i minimiziranje troškova proizvodnje.

Lansiranje naloga povezuje planiranje sa realizacijom. Pri lansiranju naloga potrebno je još jednom proveriti raspoloživost svih resursa za odgovarajući nalog. Zatim sledi upravljanje radionicom pomoću odgovarajućeg računarskog sistema sa lokalnom računarskom mrežom.

U prethodnom tekstu razvoj CIM sistema posmatran je uglavnom sa tehničkog i informacionog aspekta. S obzirom da razvojCIM sistema predstavlja dugoročan projekat, potrebno je razvitii odgovarajuću CIM strategiju. Iskustva u upravljanju projektima pokazala su da je za uspešnu realizaciju velikih projekataneophodan timski rad, pri čemu se u prvoj fazi mora maksimalno uključiti i najviše rukovodstvo proizvodnog sistema (korisnika).

Trend razvoja automobilske industrije, koju karakteriše sve veća konkurentnost na svetskom tržištu, postavlja pred proizvodjače ovih proizvoda veoma visoke zahteve, posebno u pogledu kvaliteta i pouzdanosti proizvoda, bržeg prilagodjavanja proizvodnog programa novim zahtevima savremenog kupca, skraćenjerokova isporuke, cene proizvoda, itd.

S obzirom na temu i napred navedene činjenice, u daljem tekstu je dat kratak pregled razvoja i primene informacione tehnologije u SDP "Zastava" sa kritičkim osvrtom na efekte koji su postignuti u njenom razvoju i primeni. Radi boljeg praćenja narednog teksta u tabeli 1. je dat šematski prikaz faza razvoja informacione tehnologije u SDP "Zastava".

Razvoj i uvodjenje informacionih sistema, uz podršku računara, u SDP "Zastava" započet je 1962. godine nabavkom prvih klasičnih sistema za elektronsko-mehanografsku obradu podtaka. Oblast njihove primene i razvoja aplikativnog softvera uglavnomje bio obrada velikog broja podataka i dokumenata za obračun ličnih dohodaka i materijalno poslovanje.

U drugoj fazi razvoja proizvodnje putničkih automobila (1968. godine) kupljen je prvi računar IBM S/360 sa realnom memorijom od 16 Kby koji je do kraja ove faze proširen na 64Kby, i pratećom eksternom memorijom i periferijskim jedinicama (diskovi, trake, čitači, štampači itd.).

Treća faza razvoja informacionog sistema se poklapa sa trećom fazom razvoja proizvodnje putničkih automobila (1974. godine puštanjem u proizvodnju novog modela automobila iz klase od 1100 ccm - Zastava 101). Naime, proširenje asortimana finalnih proizvoda i narasla potreba za kvalitetnijim planiranjem i praćenjem kontinualne proizvodnje (montaža školjke i lakiranje i montaža automobila) uslovilo je i nabavku novog računara IBMS/370-145 sa 208 Kby realne memorije i dodatnom većom eksternom memorijom (diskovi, trake) kao i linijskim štampačem veće brzineštampanja. Istovremeno sa ovim računarom nabavljen je i prvi procesni računar IBM S/7 sa 32 Kby realne memorije sa mrežom prvih terminala, inteligentnih stanica i matričnih printera. Sa aspekta informacione tehnologije u delu komunikacionih sistema, izmedju ova dva računara je uspostavljena komunikacija, tako daje omogućen transfer podataka u oba smera i njihova automatska obrada na oba računara.

Razvijeni aplikativni softver za planiranje i upravljanje kontinualnom proizvodnjom finalnih proizvoda Zavoda "Crvena zastava" je u tom trenutku napravio kvalitativni skok, ne samo u informacionom delu, već i delu tehnologije i organizacije proizvodnje, zbog tražene visoke odgovornosti onih funkcija koje su bile zadužene da daju, u odredjenom trenutku, tačne podatke (jer su kod njih i nastajali podaci). Ovo i zbog toga što je to bio lanac medjusobno povezanih podataka bez kojih odredjeni informacioni tokovi nisu mogli da se odvijaju. četvrtu fazu razvoja informacionog sistema Zavoda "Crvena zastava" (1978.-1984.) sa aspekta informacione tehnologije izmedju ostalog karakteriše sledeće:

- centralni računar IBM S/370-148 sa Mby realne memorije i potpuno novom tehnologijom rada (ovaj računar je uzet u zakup jer je bio privremeno rešenje do nabavke većeg računara) sa svojim periferijskim jedinicama i eksternom memorijom (diskovi i trake),

- četiri mini računara IBM S/1 sa 128 Kby, periferijskim jedinicama i eksternom memorijom,

- mreža terminala i matričnih štampača vezanih za centralni i mini računar,

- operativni sistem koji omogućava obradu podataka u realnom vremenu (ON-LINE i BATCH) i interaktivni razvoj apliktivnog softvera.

Peta faza razvoja informacionog sistema Zavoda "Crvena zastava" odvijala se paralelno sa razvojem i uvodjenjem u proizvodnju novog modela vozila YUGO (1984.-1988.). Za ovu fazu je karakteristična delimična decentralizacija organizacije Zavoda"Crvena zastava" kao i početak formiranja distribuiranih računarskih centara na nivou proizvodnih programa.

S obzirom na postavljene zadatke, kao i činjenicu da je u trećoj fazi razvoja informacionog sistema projektovan, razvijeni primenjen sistem za planiranje i upravljanje kontinualnom proizvodnjom vozila "ZASTAVA" pomoću računara, koji je eksploatisan punih deset godina, to je u ovom periodu sistem morao da se prilagodi kako zahtevima nove informacione tehnologije, tako i zahtevima korisnika i tržišta.

Na osnovu prethodno definisane metodologije razvoja i projektovanja informacionih sistema, ciljeva CIM sistema i poslovnih procesa, razmatran je veoma veliki broj poslovnih resursa u cilju optimalnog modeliranja podataka. Pri tome je korišćen kombinovan pristup generalizacije i agregacije poslovnih resursa (entiteta) i odgovarajuća rešenja iz postojećeg informacionog sistema za upravljanje proizvodnjom u SDP "Zastava". Testiranje entiteta i analizom veza izmedju njih dobijena je lista entiteta i dijagram zavisnosti entiteta.

Ovako projektovan model entiteta i podataka predstavlja dva medjusobno spregnuta modula - podsistema za "Operativno planiranje, praćenje i upravljanje kontinualnom i serijskom proizvodnjom". Istovremeno, funkcijama plana, operativne pripreme proizvodnje, proizvodnje i održavanja omogućava blagovremenu promenu operativnih planova proizvodnje kao i optimalno prestruktuiranje svih resursa u proizvodnji (materijal, sredstva rada i radne snage) a ekonomsko-finansijskim funkcijama obračun proizvodnje po svim kategorijama (troškovi direktnog materijala, troškovi radne snage, itd.).

ZAKLJUČCI

1. Primena informacione tehnologije i njen uspeh zavisi od mnogo faktora od kojih je najuticajniji stepen pročimanja sa organizacijom i ljudima. Informaciona tehnologija je imala i imaće u svom razvoju faze ubrzanog razvoja "krivudanja", pa čak i "posrtanja", ali je jedan od megatrendova sigurno proširenje i intenziviranje njene primene i u domaćoj industriji.

2. Razvoj i primena informacione tehnologije u SDP "Zastava" odvijala se u skladu sa razvojem ovog sistema, pri čemu su se u prethodnim skoro 30 godina primenjivali različiti sistemi i informacione tehnologije, počev od prve generacije računara pa do trenutno jednih od najsavremenijih računarskih sistema. Iz ovih razloga se istorija razvoja informacione tehnologije može pratiti i kroz njenu primenu u SDP "Zastava". Karakteriše je vrlo rano uočena potreba za informacionom podrškom i stalno inoviranje informacionih resursa, što je praćeno i dosta visokim investicionim ulaganjem za ove namene, ali sa nedovoljno sagledanim značajem i strategijskom ulogom informacione tehnologije. Poslednja konstatacija, a s obzirom na tržišne uslove, zahtevaće u narednom periodu "kopernikovski prevrat" u gledanju na informacionu tehnologiju i sve značajnijem vrednovanju informacije kao stragegijskog resursa proizvodnog sistema.

Tabela 1.

RED. BROJ	VRSTA OBRADE PODATAKA	PROCESOR (REALNA MEMORIJA)	OPERATIVNI SISTEMI	ORGANIZACIJA PODATAKA	PROGRAMSKI JEZIK	KOMUNIKACIONI SISTEM	SOFTVER ZA INŽENJERSKU I POSLOVNU GRAFIKU
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	MEHANOGRAFSKA ("EOP" 1962.)	-	-	KARTIČNA	-	-	-
2.	AUTOMATSKA ("AOP" 1968) - BATCH	IBM 360/30 (16, 32, 64 Kby)	BOS DOS	SEKVENCIJALNA INDEKSNA BOMP	ASSEMBLER PL/I RPG	-	-
3.	DALJINSKA ("AOP" 1974) -BATCH -(ON LINE)	IBM 370/145 (208 Kby) IBM 7 (2,5 Kby)	DOS DOS/VS	BOMP	ASSEMBLER PL/1, RPG FORTRAN	BTAM	-
4.	INTERAKTIVNA ("AOP" 1978) - ON LINE - BATCH	IBM 370/148 (1 Mby) IBM S/1 (4X128 Kby)	DOS/VS DOS/VSE CICS/VS	BOMP DL/I VSAM	PL/I ASSEMBLER RPG, FORTRAN COBOL	BTAM	-
5.	DISTRIBUIRANA ("AOP" 1984) - ON LINE - BATCH	IBM 4341 (4+8 Mby) IBM 4381 (8 Mby) IBM 4361 (2 Mby) VAX (2 Mby) DELTA 400 (1Mby) PC računari	VSE/SP VM/SP CICS/VS	DL/I VSAM	PL/I ASSEMBLER FORTRAN COBOL	VTAM	CADAM
6.	INTEGRALNA I DISTRIBUIRANA ("AOP" 1989) - ON LINE - BATCH	IBM 3090 (32 Mby) IBM 9370 (8 Mby)	MVS/XA VM/SP VSE/SP CICS/VS	DB2 IMS/VS DL/I VSAM	CSP, PL/I ASSEMBLER FORTRAN COBOL	VTAM	CATIA CAEDS AS

softvera i problema u instaliranju i održavanju, mora se uključiti u strateške planove preduzeća. Vremenska dimenzija ove aktivnosti se podcrtava sve bržim razvojem novih tehnologija, veće konkurencije na tržištima i sve većeg potrebnog ulaganja u softver i kadro-ve.

4. Analizom organizacije i svih poslovnih procesa koji se u njoj odvijaju došlo se do liste procesa, koja u SDP "Zasta-va" obuhvata veći broj osnovnih procesa i potprocesa. U tom smislu analizirani su i "tangentni" procesi radi boljeg sagledavanja integracije PPC sistema sa ostalim sistemima u budući CIM sistem.

5. Razvoj modela podataka za PPC sistem kao ključne aktivnosti u razvoju informacionog sistema i dijagrama zavisnosti entiteta ukazuju na njegovu veliku složenost a samim tim i na ogromnu odgovornost projektanata informacionog sistema. Veliki broj entiteta i relacija izmedju njih zahteva kao predpostavku korišćenje savremenih softverskih alata u fazi realizacije i završnog dizajniranja i uvodjenja sistema. U SDP "Zastava" koriste se i ovi savremeni informacioni resursi, pa se na bazi projektovanog i razvijenog modela podataka datog u ovom radu razno razvijaju navedeni moduli.

LITERATURA

1. Eversheim W., Organisation in der Productionstechnik, Band 3, Arbeitsvorbereitung, VDI-Verlag, Dusseldorf, 1980.

2. Perović M., Arsovski S., Proizvodni sistemi, Naučna knjiga, Beograd, 1989.

3. Zelenović D., Upravljanje proizvodnim sistemima, Naučna knjiga, Beograd, 1985.

4. Mc Nurlin B., Sprague R., Information Systems Management in Practice, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Yersey, 1989.

5. Wiendahl H., Belastungsorientierte Fertigungsteuerung, Carl Hanser Verlag, Munchen, 1987.

Abstract

In this paper are given elements of information systemdevelopment in production control area as nucleus of future CIMsystem in car factory "Zastava" and preliminary concept of CIMsystem from aspect of data integration.

INFORMACIONI SISTEM ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM I SLIKAMA

Dr Milan Runić, red. prof., Mr Dragica Stoin, asistent
Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin

Abstract:

In the paper is presented the integrated system for the images and production management and in it is include the CAD system,too. In the system scope are presented the different models of the images management that can be applied in technical documentation.

1. UVOD

Informacioni sistem upravljanja proizvodnjom u širem smislu predstavlja deo proizvodnog sistema koji se sastoji iz dve celine: tehnološkog sistema i upravljanja proizvodnjom.

Vezu izmedu ova dva sistema predstavlja CAD sistem, odnosno konstruisanje proizvoda i projektovanje tehnologije, a izlaz iz CAD sistema bi trebalo da budu slike i dokumenta. Prema tome, povezano sa upravljanjem proizvodnje bi trebalo da bude upravljanje slikama i dokumentima.

Poznato je da se slike i dokumenta nazivaju opštim imenom tehnička dokumentacija koja predstavlja pisana uputstva i crteže koji se obično prilagođavaju: strukturi proizvoda, organizaciji tehnološkog i proizvodnog procesa i sistemu upravljanja proizvodnje. Iz ovog proizilazi da je zadatak tehničke dokumentacije da formira, prikaže i prenese informacije za sve proizvode, njihove delove i njihove troškove koji se odnose na sledeće:

- oblik i konstrukciju proizvoda;
- tehnološku konstrukciju proizvoda;
- organizaciju proizvodnog procesa;
- predmete rada i alate;
- redoslede proizvoda u proizvodnom programu;
- početne i završne termine u proizvodnom programu i prozvodima;

- troškove proizvodnje i njihov obračun.

Tehnička dokumentacija prema svojoj strukturi, karakteru zadataka i mestu projektovanja se deli na tehnološku, upravljačku i obračunsku dokumentaciju. Ona se formira u različitim delovima proizvodnog sistema, kao što su:

- konstrukcioni i tehnološki biro;
- operativna priprema proizvodnje i
- služba raspodele rada, odnosno povratne informacije iz proizvodnje.

2. PRIMENA INFORMATIČKE TEHNOLOGIJE U FORMIRANJU TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

Razvoj informatičkih tehnologija je značajno uticao na postupak i formiranje tehničke dokumentacije. Danas, ako se uzmu u obzir sve mogućnosti primene informatičkih tehnologija može se govoriti uopšteno o primeni tehničke podrške u formiranju tehničke dokumentacije. Uglavnom, uzimajući u obzir mogućnosti novih tehnologija tehnička podrška u formiranju tehničke dokumentacije se sastoji iz:

- računarske podrške;
- mikrografske podrške;
- podrške sa optičkim diskom.

2.1 Računarska podrška

Računarska podrška u formiranju tehničke dokumentacije se realizuje kroz razne programske aplikacije. Do sada su najpoznatija rešenja vezana za primenu CAD/CAM sistema i integrisanje ovog sistema u CIM sistem. Pored ovih rešenja postoje i rešenja koja su vezana za pretraživanje u arhivama mikrofilmskih snimaka - CAR sistem, štampanje upravljačke dokumentacije i unošenju i analizi podataka vezanih za obračun proizvodnje.

2.2 Mikrografska podrška

Mikrografska podrška je u dirketnoj vezi prenošenja slike, odnosno crteža na jedan od mikrofilmskih oblika, bez obzira na koji je način crtež nastao. Obično se mikrografska podrška kod crteža i čitave tehničke dokumentacije povezuje sa klasičnim crtanjem crteža i formiranjem mikrofilma na konvencionalan način. Mikrofilmski oblici koji se upotrebljavaju su uglavnom vezani za mikrografsku karticu ili film u rolni, sa dimenzijom filma 36mm. Upotrebom mikrofilma postignuti su visoki ekonomski efekti vezani za: troškove arhiviranja, kopije crteža, poboljšanje kvaliteta crteža, uprošćavanje velikih crteža, izradu crteža po jedinstvenih standardima, mogućnošću upotrebe pojedinih crteža u pravcu dalje inovacije i racionalizacije proizvoda itd.

Međutim, činjenica je da je hodogram kretanja dokumentacije i organizacioni tok dokumentacije i dalje ostao "klasičan", s tim što je poboljšano pretraživanje arhive pomoću CAR sistema. Upravljačka dokumentacija se dalje formira pomoću matrica i prenosi na papir umnožavanjem i kopiranjem.

2.3 Podrška sa optičkim diskom

Kao najnoviji medijum za memorisanje raznih vrsta podataka, kao nosilac tehničke dokumentacije pojavio se u novije vreme optički disk. Međutim kao i kod primene mikrografske podrške, optički disk se kao poseban uređaj, u tehničkoj dokumentaciji oslanja na klasičan način rada, crteži se prethodno ručno crtaju, a potom se unose u optički disk. Hodogram kretanja dokumentacije i organizacioni tok dokumentacije ostaje nepromenjen, odnosno, ostaje klasičan. Pretraživanje arhive je pomoću računarske podrške tj. CAR sistema, a prema ispitivanjima do 1987. godine nije postojala mogućnost povezivanja (u tehničkom smislu) optičkog diska sa mikrofilmom.

3. INTEGRACIJA CAD SISTEMA, OPTIČKOG DISKA I MIKROFILMA, KAO RAZVOJ NOVE INFORMATIČKE TEHNOLOGIJE U FORMIRANJU I UPRAVLJANJU TEHNIČKOM DOKUMENTACIJOM

Postoje dve varijante mogućnosti primene optičkog diska i mikrofilma u razvoju nove informatičke tehnologije, u formiranju i upravljanju tehničkom dokumenatacijom:

- primena CAD sistema sa radnim stanicama i izlazom na papir i
- primena mikrofilmskog plotera odnosno skenera i mikrofilmske kartice sa izlazom na papir i mikrofilmsku karticu.

3.1 Primena CAD sistema sa radnim stanicama i izlazom na papir

Kako je ranije objašnjeno, jedno od primene rešenja računarske podrške u tehničkoj dokumentaciji je vezano za primenu CAD sistema, odnosno konstruisanje proizvoda. Realizacija se odvija na radnoj stanici, a izlaz na papir. Pomoćni uređaj je Juke-box. Takođe, kako je ranije objašnjeno, prenošenje crteža na mikrofilm se dobija snimanjem pomoću koračne kamere i formiranjem mikrosnimka na jedan od mikrofilmskih oblika, a najčešće na mikrofilmsku karticu. Kod optičkog diska postupak je sličan,na crtež dobijen na bilo koji način, prenosi se pomoću skenera na optički disk, a izlaz sa optičkog diska je ponovo na papir.

Savremeno upravljanje slikama zahteva primenu svih medija informacija, što znači jedan integrisani sistem u koji će biti uključen: CAD sistem, optički disk, mikrofilm i presonalni računar i koji će biti realizovan uključenjem svih navedenih hardverskih uređaja, uređajima koji će obavljati određene transformacije: optički disk - mikrofilm i obrnuto, kao i odgovarajućim softverskim rešenjem postavljenim u personalnom računaru.

Integracija jednog ovakvog sistema upravljanja slikama, odnosno tehničkom dokumentacijom je omogućena projektovanjem hardverskog uređaja, koji u sebi sadrži istovremeno ploter i skener i projektovanjem softverskog rešenja upravljanja integrisanim sistemom.

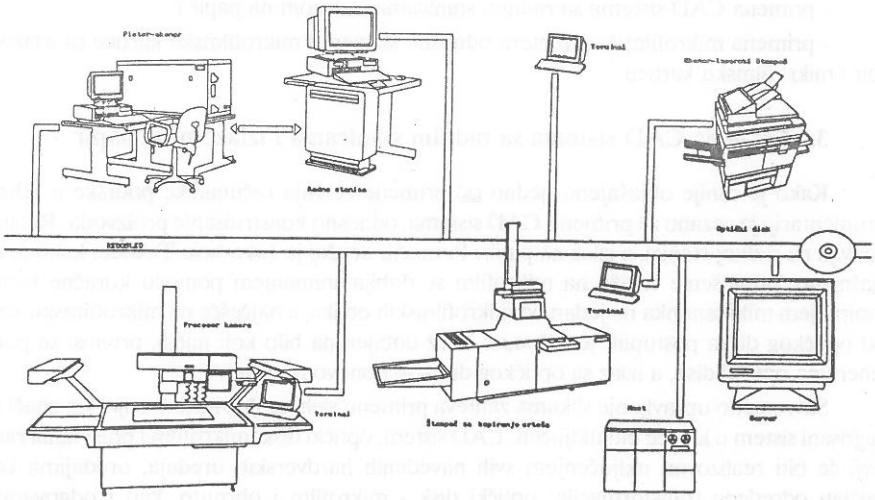
Tehnička karakteristika uređaja ploter/skener sastoji se u tome da se sa radne stanice - papira ili optičkog diska pomoću plotera formira 36mm mikrofilmska kartica ili obrnuto, da se pomoću skenera sa mikrofilmske kartice prenese crtež ili slika na optički disk. Projektovani softver u personalnom računaru omogućuje ovu transformaciju i istovremeno, prilikom formi-

Pretraživanje arhive i pronalaženje odgovarajućih informacija se realizuje pomoću softvera, koji je ugrađen i integrisan u softver upravljanja slikama i koji funkcioniše na principu CAR sistema.

Objedinjavanjem navedenih funkcija dobija se integrisani sistem upravljanja slikama i čak informacijama potrebnim za upravljačku dokumentaciju, gde se direktno informacije iz CAD sistema prenose na optički disk, formiraju određenu arhivu slika i informacija i sa optičkog diska prenose na mikrofilmsku karticu. Mikrofilmska kartica se dalje uključuje u organizacioni tok dokumentacije u pravcu prenošenja informacija korisnicima ili se mikrofilmske slike i podaci prenose na papir. Funkcionisanje čitavog sistema je prema tome, određeno i projektovano u zavisnosti od postavljanog upravljanja proizvodnim sistemom i raspoređom hardverskih uređaja, koji mogu biti usmereni više prema CAD sistemu i optičkom disku ili prema mikrofilmu.

Formiranjem integrisanog sistema upravljanja dobija se sasvim nova predstava o primeni optičkog diska i njegove uloge u povezivanju CAD sistema i mikrofilmske kartice, odnosno mogućnosti integrisanja CAD sistema u sistem CIM i daljeg razvoja CAM sistema koji bi se takođe sa uspehom integrisao u CIM sistem.

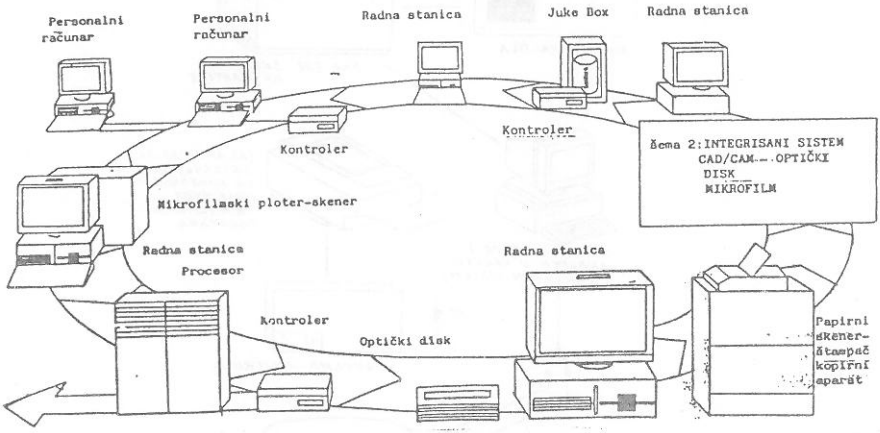
Na slici 1. je prikazan integrisani sistem upravljanja slikama, orijentisan na veću primenu i upotrebu mikrofilmske opreme.



Slika 1 - Integralni sistem upravljanja slikama, Optički disk

uređaja za kopiranje sa mikrofilma na papir; kontrolera; optičkog diska; skenera/laserskog štampača i računara.

Slika 2 pokazuje integrisani sistem upravljanja slikama gde je konfiguracija opreme usmerena više u pravcu optičkog diska.



Slika 2 - Integrisani sistem upravljanja slikama

Konfiguracija se sastoji iz sledeće opreme: radnih stanica; Juke- boxa; presonalnih računara; uređaja ploter/skener; kontrolera; optičkog diska i papirnog skenera i štampača.

U oba slučaja je moguće izabrati opremu formata od A-0 i dalje.

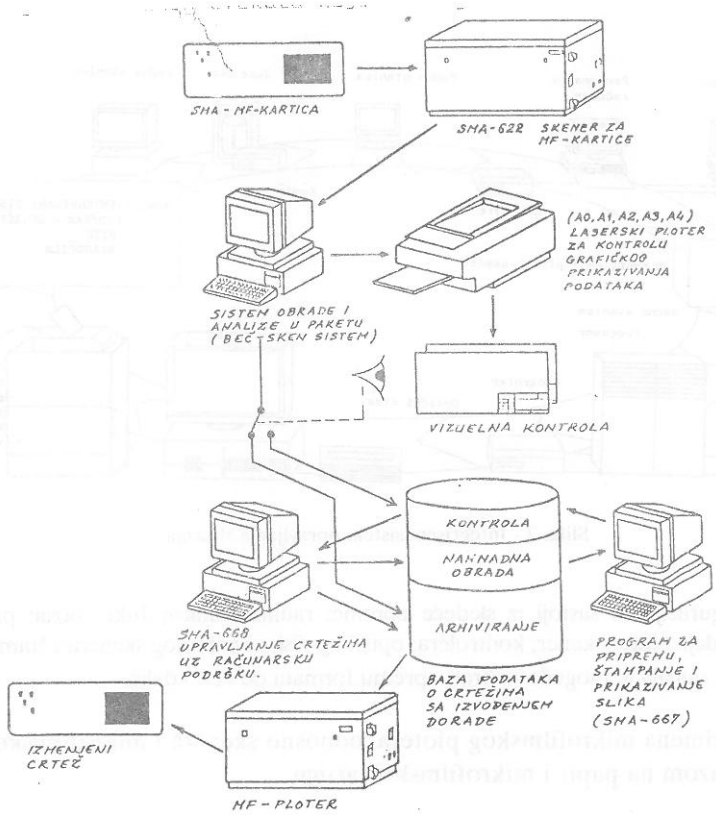
3.2 Primena mikrofilmskog plotera, odnosno skenera i mikrofilmske karice sa izlazom na papir i mikrofilmsku karticu

Kod ovog sistema osnovu čini mikrofilmska kartica kao ulaz i mikrofilmski skener na koje se nadovezuje presonalni računar i radne stanice sa posebnin programom za preuzimanje crteža u banku podataka. Kao izlazi postoje laserski štampač za papir direktno sa mikrofilmske kartice ili iz banke podataka i u slučaju izmena kod crteža ponovo mikrofilmska kartica.Prema tome, postoji mogućnost da se sa mikrofilmske kartice prema ranije urađenom crtežu u CAD sistemu formira banka podataka koja će se čuvati kao tehnička dokumentacija i mogućnost da se sa crteža koji su uneti u banku podataka formira mikrofilmska kartica. Sistem je tako fleksibilan da je moguće da se poveže arhiva mikrofilma sa CAD sistemom i da se obrnuto iz CAD sistema dobiju mikrofilmske kartice koje bi se kasnije čuvale u arhivi mikrofilma.

Da bi sistem funkcionisao potrebno je bilo da se za personalne računare urade odgovarajuće programske aplikacije vezane za funkcionisanje sistema. Projekat ovog sistema je

sada uveden u jednoj firmi u SR Nemačkoj i verovatno ima još nedostataka koji bi se za gore navedeno funkcionisanje morali otkloniti. Međutim sistem se može primeniti kao mogućnost da se iz CAD sistema odgovarajuća tehnička dokumentacijaodnosno crteži prenesu na mikrofilmsku karticu, izvrše odgovarajuće izmene u crtežima i primene u upravljanju proizvodnjom.

Sistem je prikazan na slici 3.



Slika 3 - Sistem primene MF plotera - skenera i MF kartice

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize funkcionisanja integrisanog sistema upravljanja slikama i proizvodnjom koji omogućuje primenu i spregu CAD sistema-optički disk-mikrofilmska kartica-proizvodnja, može se zaključiti sledeće:

- prikazani integrisani sistemi predstavljaju teorijsku mogućnost primene nove informatičke tehnologije u sprezi samikrofilmom i njegovo povezivanje sa upravljanjem proizvodnje;

celokupnu tehničku dokumentaciju u zavisnosti od izbora opreme;

- povezivanjem prikazanih modela sistema ostvarena je mogućnost direktnog povezivanja CAD sistema sa sistemom upravljanja proizvodnjom i daljeg povezivanja CAM sistema sa upravljanjem proizvodnje, što omogućuje brži razvoj CIM sistema u industrijskim preduzećima;

- s obzirom da je razvoj ovako integrisanog sistema tek počeo potrebno je dalje nastaviti ispitivanja mogućnosti ovog sistema definisati kriterijume za primenu pojedinih varijanti i nastaviti ispitivanje ekonomskih efekata koji se mogu postići.

LITERATURA

/1/ M. Runić: Informacioni sistemi u upravljanju proizvodnjom, organizacionim sredstvima i računarskom podrškom UPOS i UPOS-R, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1987.

/2/ M. Runić, D. Stoin: Projektovanje video mikrografskih sistema, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1992. (u štampi).

PROJEKTOVANJE POSTUPAKA ODRŽAVANJA PROIZVODNIH SISTEMA

Slobodan Kecojević, dipl.inž.) Dragutin Stanivuković, dipl.inž.*) Ivan Beker, dipl.inž.**

1. OSNOVNE PODLOGE

Tehnološki sistemi u proizvodnom procesu, ili neki njihovi delovi, u vremenu rada sistema mogu da se nađu u jednom od sledećih stanja, značajnih za održavanje i proizvodni sistem:

a) stanju U RADU, u toku koga se mogu izvoditi samo intervencije održavanja bez zaustavljanja sistema (u literaturi se ovaj vid održavanja naziva running maintenance ili on-line maintenance),

b) stanje neangažovanja (mirovanja) kada se od tehnološkog sistema, planom proizvodnje, i ne zahteva rad (npr. treća smena i sl.). Tehnološki sistem je tada raspoloživ za intervencije održavanje (za koje je neophodno isključiti sistem), i u tom slučaju se ne javljaju gubici u proizvodnji usled stajanja opreme. (Ove intervencije održavanja su poznate kao "shutdown maintenance" i pripadaju off-line maintenance intervencijama),

c) stanje u otkazu izazvano planiranim naknadnim intervencijama, ili preventivnim pregledima, pri čemu se javljaju gubici usled izgubljene proizvodnje. (Intervencije ove vrste su poznate kao scheduled maintenance bilo preventive ili corrective),

d) stanje u otkazu izazvano iznenadnim otkazom (emmergency maintenance) kada se sprovode (neplanirane) naknadne intervencije održavanja i kada dolazi do gubitaka usled izgubljene proizvodnje usled zaustavljanja tehnoloških sistema i

e) stanje u otkazu pri čemu se tehnološki sistem nalazi u redu čekanja (waiting for maintenance) na intervencije održavanja, što izaziva gubitke u proizvodnji i predstavlja najnepovoljniji slučaj.

---

* *Mr Slobodan Kecojević, Dr Dragutin Stanivuković, Ivan Beker,Fakultet tehničkih nauka, Institut za industrijske sisteme, Novi Sad*

projektovanja sistema za upravljanje proizvodnjom. Osnovni moduli informaciono-upravljačkog sistema u održavanju kao i veze sa ostalim delovima radnog sistema prikazane su na slici 1.

2. PREDVIĐANJE POTREBA ZA AKTIVNOSTIMA ODRŽAVANJA

Ostvarenje sadržaja datog u osnovnoj definiciji održavanja, a odnosi se na sprečavanje pojava stanja u otkazu, odnosno vraćanje sistema po pojavi stanja u otkazu u stanje u radu u datom vremenu, datim uslovima okoline i uz troškove koji su na nivou neophodnog minimuma, zahteva integraciju svih naučnih saznanja iz oblasti održavanja i komplementarnih naučnih disciplina.

IIS-prilaz projektovanju funkcije održavanja, u tom smislu, polazi od analize sistema koja obuhvata postupke analize (proizvodnog procesa, tehnoloških sistema i delova sistema) prilagođene potrebama održavanja, čime se obezbedjuje razumevanje načina rada proizvodnog sistema. Zajedno sa odlukom o tome šta se želi postići održavanjem, tj. eksplicitnim definisanjem cilja, stvaraju se podloge za sprovođenje aktivnosti predviđanja ponašanja opreme i projektovanja postupaka održavanja. Na osnovu projektovanih postupaka i definisanog programa rada funkcije održavanja moguće je postaviti organizacionu i upravljačku strukturu, koje obezbeđuje sprovođenje aktivnosti u realnom vremenu i ostvarenje definisanih ciljeva. Prilaz, dakle, obuhvata sledeće osnovne korake, prikazane algoritamskom strukturom na slici 2:

a) Analiza sistema podrazumeva detaljno upoznavanje sa procesom, načinom rada (funkcijama) tehnoloških sistema i delova sistema, koji su obuhvaćeni projektom. Postupci analize sistema zahtevaju nabavku i/ili razradu: tekstualnih opisa, algoritamskih struktura, tehničkih crteža, skica i sl., funkcionalnih blok dijagrama, AKO - TADA (IF-THEN)dijagrama i funkcionalno faznih dijagrama na način koji je prilagođen potrebama održavanja.

b) Definisanje cilj(ev)a koji se postavljaju pred funkciju održavanja. Usaglašavanje ciljeva proizvodnje sa ciljevima održavanja, na globalnom nivou, eliminiše raskorak u razvoju proizvodnih struktura i funkcije održavanja, dok je definisanje ciljeva (održavanja) na nižem nivou, u smislu snižavanja direktnih i/ili indirektnih troškova održavanja, povećavanja raspoloživosti i usaglašenosti sa funkcijom upravljanja proizvodnjom, dinamičkog karaktera i odnosi se na kraće vremenske periode. U rezultatu navedene analize dobijaju se jasno definisani ciljevi koji se, projektom održavanja, žele ostvariti.

c) Predviđanje potreba za aktivnostima održavanja, što pretpostavlja posedovanje (i/ili projektovanje postupaka koji će obezbediti posedovanje) vremenskih slika stanja, parametara pouzdanosti (intenziteta otkaza) i pogodnosti za održavanje (intenziteta opravke) delova sistema i sistema za koje se projektuje održavanje, kao i ostalih podataka prikazanih na slici 3.

Postupak predviđanja potreba obuhvata sledeće korake:

- Analizu stepena kritičnosti tehnoloških sistema (opreme)kojom se utvrđuje uticaj pojave otkaza na ukupnu efektivnost proizvodnog procesa a sprovodi se analizama kritičnosti sa aspekta: međuzavisnosti elemenata strukture sistema, proizvodnog procesa, sigurnosti sistema, troškova održavanja i višekriterijumskom analizom kritičnosti.

- Analizu stepena kritičnosti delova sistema koja se sprovodi primenom metoda za analizu otkaza i to: analize pouzdanosti i raspoloživosti na bazi vremenske slike stanja sistema,

slike 4), analize stabla otkaza, analize radnih elemenata i kritičnosti otkaza, analize signalnih raniize slabih mesta, sa ciljem identifikacije svih potencijalnih otkaza i procene stepena kritičnosti otkaza u pogledu posledica na rad sistema.

- Izbor koncepcije održavanja u smislu opredeljenja za jednu od alternativa (naknadna, preventivna ili korektivna intervencija), pri čemu su osnovni faktori koji utiču na opredeljenje: struktura tehnoloških, obradnih, transportnih, mernih i informaciono-upravljačkih sistema, karakteristike pouzdanosti elemenata sistema i ekonomski kriterijumi, na bazi komparacije troškova pojedinih koncepcija održavanja.

3. POSTUPAK IZRADE PROGRAMA ODRŽAVANJA

Prethodne analize kritičnosti tehnoloških sistema i analize kritičnosti delova sistema pored rangiranja opreme i njenih sastavnih delova u pogledu uticaja pojave otkaza na proizvodni proces, daju podloge u obliku predloga najefikasnijih postupaka održavanja što predstavlja osnovu projektovanja:

* planiranih aktivnosti koje ne zahtevaju zaustavljanje procesa (on-line maintenance),

* planiranih aktivnosti koje zahtevaju zaustavljanje tehnoloških sistema (off-line maintenance) i to:

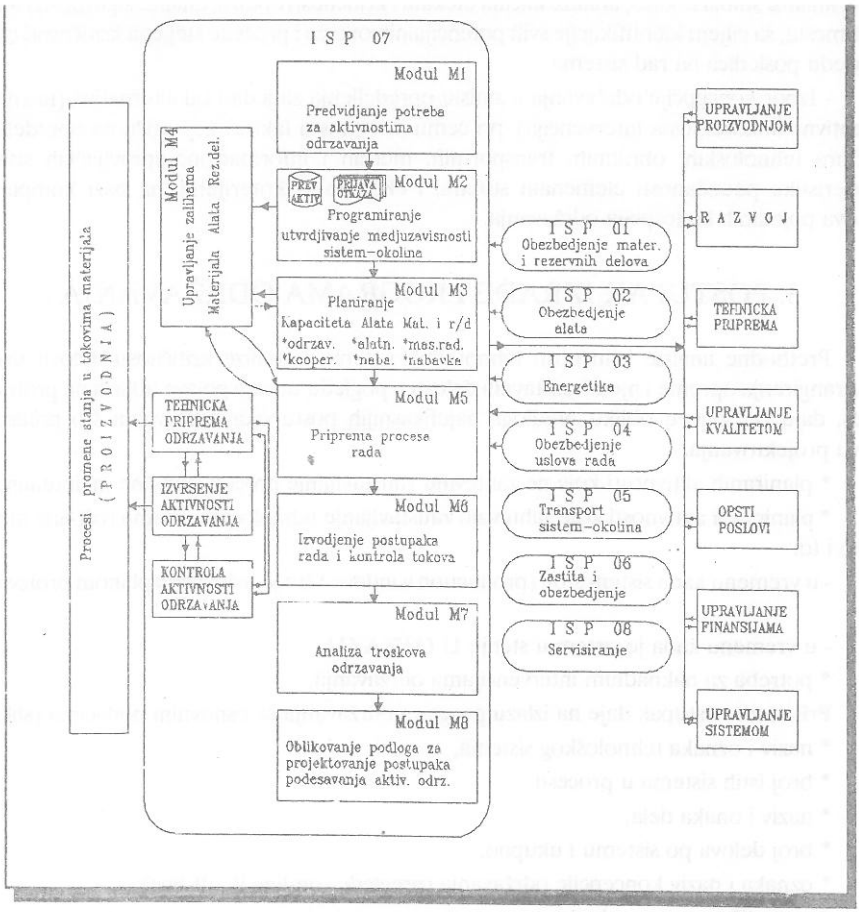
- u vremenu kada sistem stoji (production windows) što je uslovljeno planom proizvodnje i

- u vremenu kada je sistem u stanju U OTKAZU,

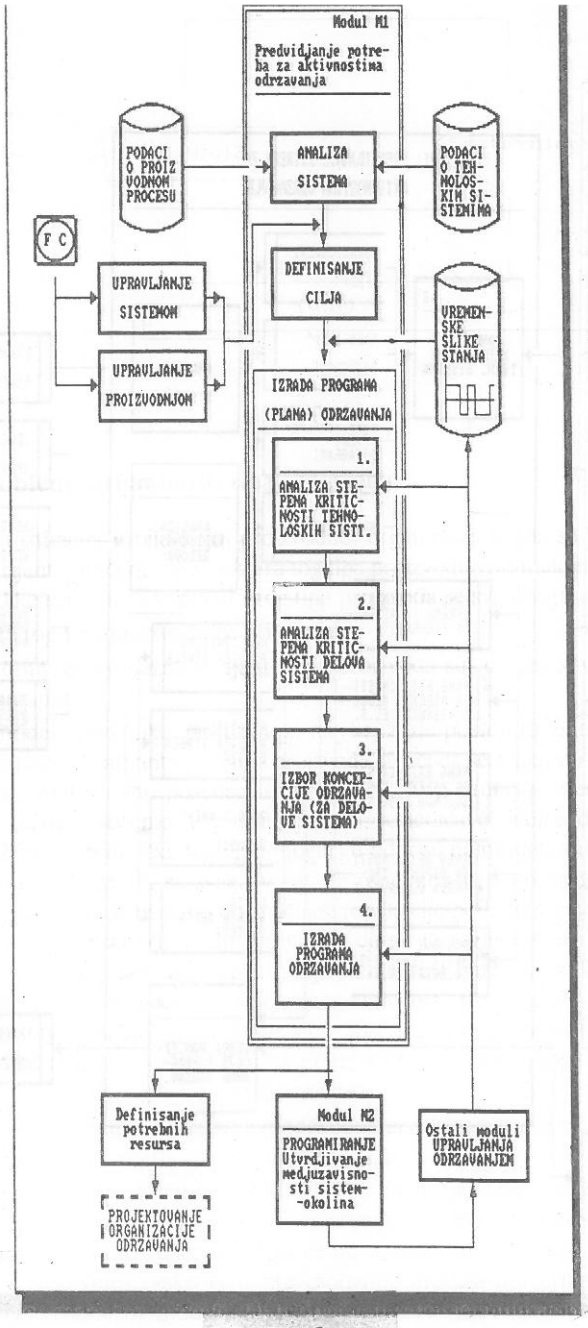
* potreba za naknadnim intervencijama održavanja,

Prikazani postupak daje na izlazu program održavanja sa osnovnim podacima (slika 5):

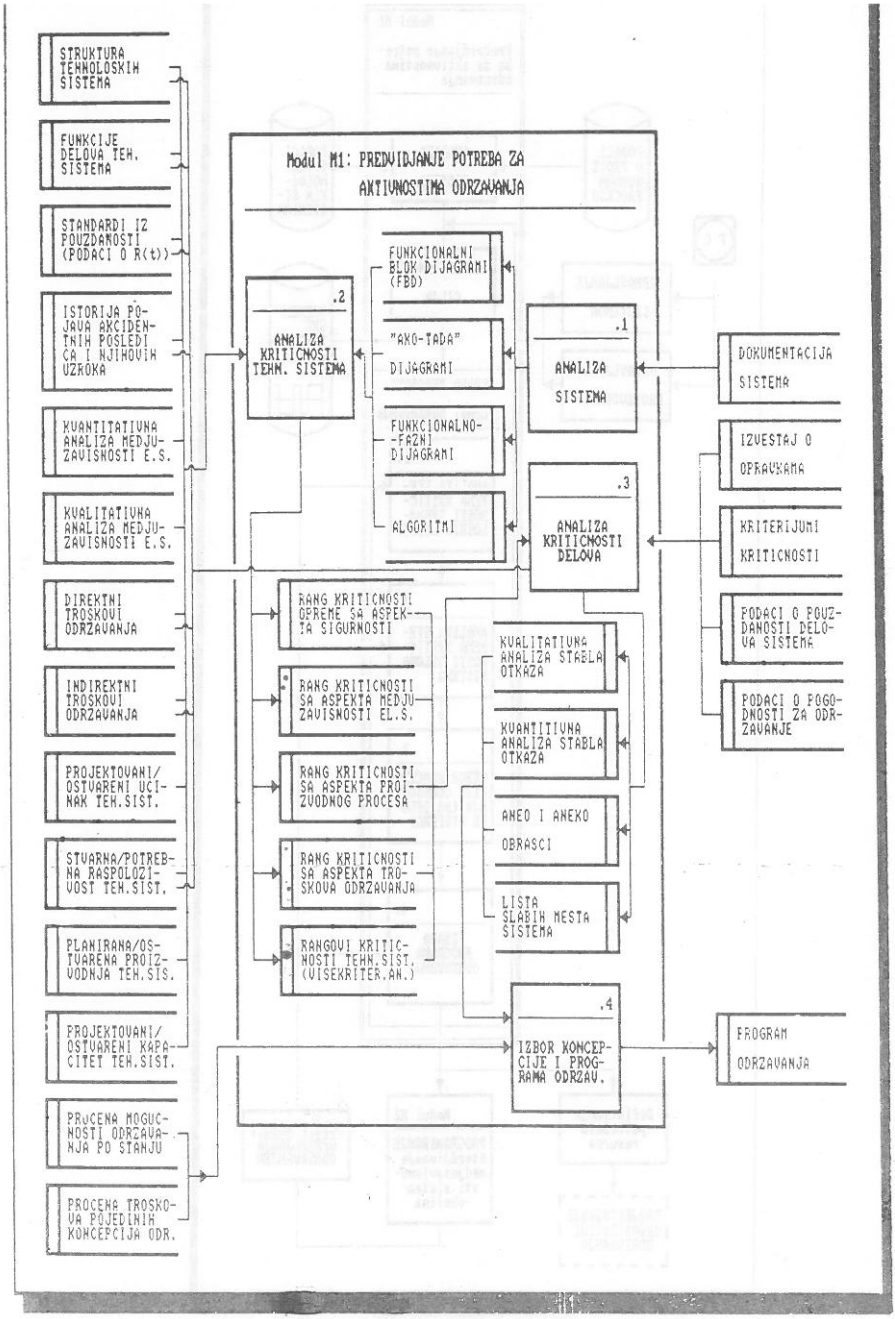
* naziv i oznaka tehnološkog sistema,
* broj istih sistema u procesu,
* naziv i onaka dela,
* broj delova po sistemu i ukupno,
* oznaka i naziv koncepcije održavanja (pregledi - on-line ili off-line),
* periodičnost sprovođenja,
* potrebni izvršioci - oznaka, naziv struke i kvalifikacija,
* vreme trajanja aktivnosti,
* osnovna aktivnost održavanja - naziv i oznaka (reparatura, regeneracija, zamena i sl.)
* uslov sprovođenja osnovne aktivnosti (on-line ili off-line),
* periodičnost sprovođenja osnovnih aktivnosti,
* vreme trajanja osnovne aktivnosti i
* sekundarne aktivnosti,


I S P 07
Modul M1
Predvidjanje potreba za aktivnostima odrzavanja
Modul M2
PREV AKTIV
PRIJAVA OTKAZA
Programiranje utvrdjivanje medjuzavisnosti sistem-okoline
Modul M3
Planiranje
Kapaciteta Alata Mat. i r/d
*odrzav. *alatn. *mas.rad.
*kooper. *nabe. *nabavka
Modul M4
Upravljanje zalihama
Materijala Alata Rez.del.
Modul M5
Priprema procesa rada
Modul M6
Izvodjenje postupaka rada i kontrola tokova
Modul M7
Analiza troskova odrzavanja
Modul M8
Oblikovanje podloga za projektovanje postupaka podesavanja aktiv. odrz.
TEHNICKA PRIPREMA ODRZAVANJA
IZVRSENJE AKTIVNOSTI ODRZAVANJA
KONTROLA AKTIVNOSTI ODRZAVANJA
Procesi promene stanja u tokovima materijala
(P R O I Z V O D N I A)
I S P 01
Obezbedjenje mater. i rezervnih delova
I S P 02
Obezbedjenje alata
I S P 03
Energetika
I S P 04
Obezbedjenje uslova rada
I S P 05
Transport sistem-okolina
I S P 06
Zastita i obezbedjenje
I S P 08
Servisiranje
UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM
R A Z V O J
TEHNICKA PRIPREMA
UPRAVLJANJE KVALITETOM
OPSTI POSLOVI
UPRAVLJANJE FINANSIJAMA
UPRAVLJANJE SISTEMOM

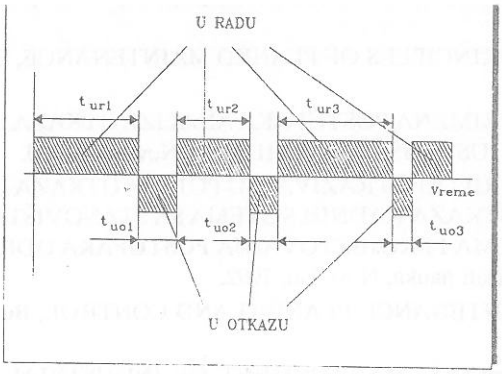
Slika 1.


Modul M1
Predvidjanje potreba za aktivnostima odrzavanja
PODACI O PROIZ VODNOM PROCESU
ANALIZA SISTEMA
PODACI O TEHNOLOSKIM SISTEMIMA
F C
DEFINISANJE CILJA
UPRAVLJANJE SISTEMOM
UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM
VREMENSKE SLIKE STANJA
IZRADA PROGRAMA (PLANA) ODRZAVANJA
1.
ANALIZA STEPENA KRITICNOSTI TEHNOLOSKIH SISTT.
2.
ANALIZA STEPENA KRITICNOSTI DELOVA SISTEMA
3.
IZBOR KONCEPCIJE ODRZAVANJA (ZA DELOVE SISTEMA)
4.
IZRADA PROGRAMA ODRZAVANJA
Definisanje potrebnih resursa
PROJEKTOVANJE ORGANIZACIJE ODRZAVANJA
Modul M2
PROGRAMIRANJE Utvrdjivanje medjuzavisnosti sistem-okolina
Ostali moduli UPRAVLJANJA ODRZAVANJEM

Slika 2.


STRUKTURA TEHNOLOSKIH SISTEMA
FUNKCIJE DELOVA TEH. SISTEMA
STANDARDI IZ POUZDANOSTI (PODACI O R(t))
ISTORIJA POJAVA AKCIDENTNIH POSLEDICA I NJIHOVIH UZROKA
KVANTITATIVNA ANALIZA MEDJUZAVISNOSTI E.S.
KVALITATIVNA ANALIZA MEDJUZAVISNOSTI E.S.
DIREKTNI TROSKOVI ODRZAVANJA
INDIREKTNI TROSKOVI ODRZAVANJA
PROJEKTOVANI/ OSTVARENI UCINAK TEH.SIST.
STVARNA/POTREBNA RASPOLOZIVOST TEH.SIST.
PLANIRANA/OSTVARENA PROIZVODNJA TEH.SIS.
PROJEKTOVANI/ OSTVARENI KAPACITET TEH.SIST.
PROCENA MOGUCNOSTI ODRZAVANJA PO STANJU
PROCENA TROSKOVA POJEDINIH KONCEPCIJA ODR.
Modul M1: PREDVIDJANJE POTREBA ZA AKTIVNOSTIMA ODRZAVANJA
.2
ANALIZA KRITICNOSTI TEHN. SISTEMA
FUNKCIONALNI BLOK DIJAGRAMI (FBD)
"AKO-TADA" DIJAGRAMI
FUNKCIONALNO--FAZNI DIJAGRAMI
ALGORITMI
.1
ANALIZA SISTEMA
DOKUMENTACIJA SISTEMA
IZVESTAJ O OPRAVKAMA
.3
ANALIZA KRITICNOSTI DELOVA
KRITERIJUMI KRITICNOSTI
PODACI O POUZDANOSTI DELOVA SISTEMA
PODACI O POGODNOSTI ZA ODRZAVANJE
RANG KRITICNOSTI OPREME SA ASPEKTA SIGURNOSTI
RANG KRITICNOSTI SA ASPEKTA MEDJUZAVISNOSTI EL.S.
RANG KRITICNOSTI SA ASPEKTA PROIZVODNOG PROCESA
RANG KRITICNOSTI SA ASPEKTA TROSKOVA ODRZAVANJA
RANGOVI KRITICNOSTI TEHN.SIST. (VISEKRITER.AN.)
KVALITATIVNA ANALIZA STABLA OTKAZA
KVANTITIVNA ANALIZA STABLA OTKAZA
ANEO I ANEKO OBRASCI
LISTA SLABIH MESTA SISTEMA
.4
IZBOR KONCEPCIJE I PROGRAMA ODRZAV.
PROGRAM ODRZAVANJA

Slika 3.



Slika 4.

FAKULTET TEHNICKIH NAUKA
INSTITUT ZA INDUSTRIJSKE SISTEME
N O V I S A D

PROGRAM RADA ODRZAVANJA
List:_____ Listova:_____

Id.br. tehn.sistema: 1647 Oznaka teh.sist.: GTT 3301
Naziv tehnoloskog sistema: Gumeni trakasti transporter

Oznaka dela: 2187 Naziv dela: Lezajevi
Koncepcija odrzavanja: Odrz. po stanju S.P.M On/off line: on
Periodicnost: Nedeljno Vreme trajanja aktivnosti: 4 sata
Osnovna aktivn.odrz.: Zamena lezaja u paru On/off line: off
Periodicnost: 6 meseci
Vreme i aktivnost: 3 sata po lezaju
Napomena: Nema

Oznaka dela: _____ Naziv dela: _____
Koncepcija odrzavanja: _____ On/off line: _____
Periodicnost: _____ Vreme trajanja aktivnosti: _____
Osnovna aktivn.odrz.: _____ On/off line: _____
Periodicnost: _____
Vreme i aktivnost: _____
Napomena: _____

Slika 5.

4. LITERATURA

/1/ Barlow,E.R., Fussel,B.J.: RELIABILITY AND FAULT TREE ANALYSIS, Society for industrial and applied mathemathics, Pennsylvania, 1975.

/2/ Blanchard,B.S.: DESIGN AND MANAGE TO LIFE CYCLE COST, M/A Press, Portland, 1978.

New York, 1969.

/4/ Clifton,R.H.:PRINCIPLES OF PLANED MAINTENANCE, Edward Arnold Ltd., London, 1974.

/5/ Kecojević,S.: PRIMENA POSTUPAKA ANALIZE OTKAZA U ODRŽAVANJU, Naučna konferencija INDUSTRIJSKI SISTEMI 'IS 90, Novi Sad, 1990.

/6/ Kecojević,S.: PRILOG ISTRAŽIVANJU POJAVA OTKAZA I RAZVOJ POSTUPAKA ZA ANALIZU OTKAZA RADNIH SISTEMA SA STANOVIŠTA ODREĐIVANJA EFEKTIVNOSTI SISTEMA I PROJEKTOVANJA POSTUPAKA ODRŽAVANJA, Magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1992.

/7/ Kelly,A.: MAINTENANCE PLANING AND CONTROL, Butterworths, London, 1989.

/8/ Kelly,A., Harris,M.J.: MANAGEMENT OF INDUSTRIAL MAINTENANCE, Nawnws - Butterworths, London - Boston, 1978.

PRISTUP RAZVOJU CIM LOGISTIKE

Slavko Arsovski, Mašinski fakultet u Kragujevcu
Zora Arsovski, Miroljub Banković, Miloš Čomić,
"Zastava automobili" d.d. - PJ "Informacioni sistemi"

1. UVOD

U radu se opisuju dodirne tačke (interfejsi) izmedju CIM logistike i PPC sistema, odnosno integrisani sistem za planiranje i upravljanje proizvodnjom, snabdevanjem/nabavkom, fizičkom distribucijom i realizacijom proizvoda. Posebna pažnja je posvećena izradi planova proizvodnje i njihovoj realizaciji kroz dinamiku snabdevanja i lansiranje proizvodnje putem radnih naloga.

Primenom SDM metoda sistemske analize, u radu je izvršena dekompozicija relevantnih poslovnih funkcija i predloženo novo rešenje informacionog sistema u okviru CIM logistike.

1.0 UVODNA RAZMATRANJA

Termin "logistika"je noviji termin u praksi preduzeća i označava ukupan tok materijala/poluproizvoda/gotovih proizvoda od dobavljača repromaterijala, preko proizvodnje do dostave gotovih proizvoda kupcu. Cilj primene logistike u industriji predstavlja minimiziranje troškova transporta i držanja zaliha. Kako se radi o značajnim troškovima, koji opterešuju proizvodnju i ukupno poslovanje preduzeća, značaj logistike raste iz dana u dan.

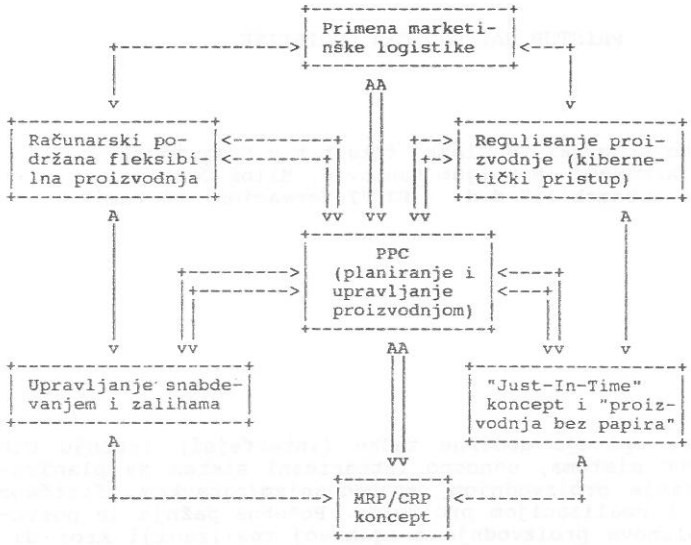
Ciljevi logistike mogu se ostvariti samo u saradnji i sinhronizovanom radu funkcija nabavke, proizvodnje i prodaje.

Osnovu za zajedničko, logističko delovanje pobrojanih funkcija

pruža porudžbina kupca, cilje ostvarenje, kako u pogledu kvaliteta tako i u pogledu rokova isporuke predstavlja zaje dnički cilj preduzeća i integriše rad svih funkcija. Ostvariti porudžbinu kupca uz minimalna vremena i troškove transporta i držanja zaliha potrebnih za realizaciju porudžbine postaje novi cilj sa stanovišta primene logistike.

2.0 MESTO I ULOGA LOGISTIKE U CIM SISTEMU

Na slici 1 prikazano je mesto i uloga PPC sistema i tangentnih logističkih funkcija.



Sl. 1: Veza PPC i CIM - logistike

CIM povezuje sisteme od razvoja i konstrukcije preko planiranja i upravljanja proizvodnjom do finansijskog knjigovodstva i obračuna troškova, tako da otpada manuelno pretvaranje izlaznih podataka jednog sistema u ulazne podatke drugog sistema. Time se ubrzava odvijanje i realizacija svih zadataka.

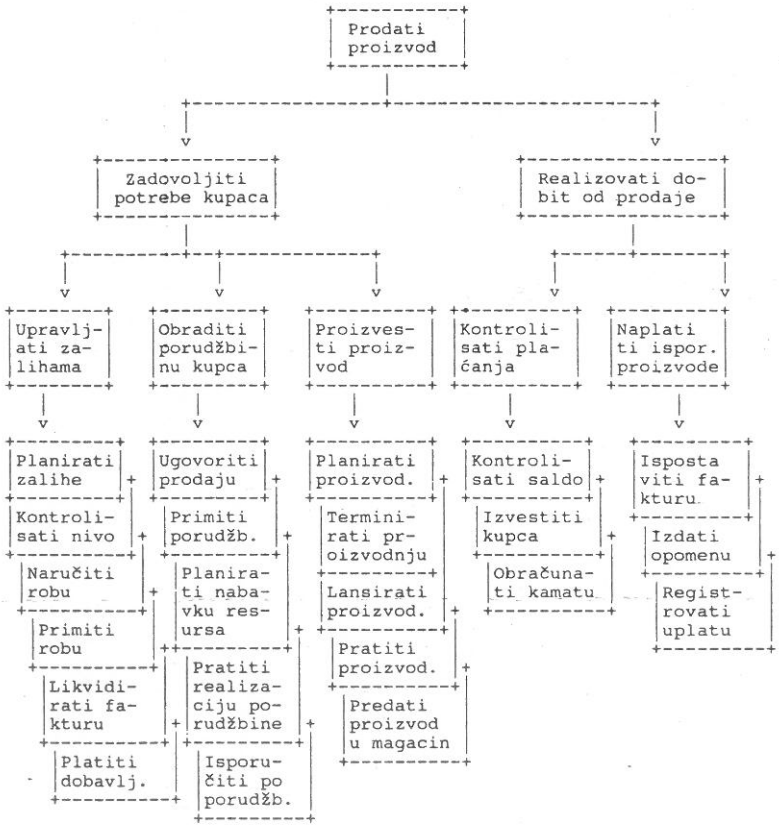
Na gornjoj slici dat je šematski prikaz sprezanja potrebnih principa koje treba zadovoljiti u primeni CIM logistike da bi se od osnovne proizvodne delatnosti preduzeća (PPC - Production Planning and Control) dobili maksimalni efekti.

Primena marketinške logistike znači orijentaciju kompletne delatnosti preduzeća prema zahtevima tržišta. Najviši marketinški cilj predstavlja zadovoljavanje zahteva kupaca u pogledu kvaliteta proizvoda, rokova isporuke i dobrog informisanja. Porudžbina kupca znači u ovom sistemu proizvodnju za poznatog kupca - lansiranje radnog naloga koji kroz proizvodnju objedinjava sve njene faze do završetka izrade finalnog proizvoda. Regulisanje procesa proizvodnje znači stvaranje regulacionog

proizvod koji se iz njega dobijaju su davno jeste vrednosti, skup mera i metoda upravljanja čini regulator, a upravljačke odluke daju elemente za podešavanje. "Treba" vrednost, odn. željeno stanje se definiše finim planiranjem i terminiranjem proizvodnje.

2.1 Analiza procesa u CIM logistici

U jedinstvenom informacionom sistemu egzistiraju medjusobno povezani segmenti - podsistemi nabavke, proizvodnje, prodaje, ekonomike i finansija.



Sl. 2. Osnovne funkcije u CIM - logistici

Komunikacije medju funkcijama su dvosmerne. To znači da postoji potreba za uzajamnom informisanošću i korišćenjem podataka kao zajedničkog resursa, uz definisanu odgovornost za njihovo kreiranje, promene i gašenje i mogućnost uvida u podatke koje druge funkcije kreiraju.

mreže slivaju u funkciju marketinga. Obradom porudžbina se dolazi do MIX-a modela i opcionala proizvoda, na bazi koga se planira i priprema buduća proizvodnja. Bitan element ovog planiranja je upravo direktna sprega na relaciji obrada porudžbina - planiranje proizvodnje - planiranje potreba za materijalom - nabavka materijala - upravljanje zalihama materijala - terminiranje i lansiranje proizvodnje - predaja gotovih proizvoda - otprema - fakturisanje- naplata - obračun poslovanja.

4.0 ZAKLJUČAK

Poboljšanja u domenu logistike proizilaze iz dve osnovne pretpostavke: višefunkcionalnost napora za opsluživanje kupca i poštovanje obaveza od strane svih učesnika u procesu.

Višefunkcionalnost znači da sve funkcije rade zajedno sa jednim ciljem: Opslužiti kupca (npr. da bi se uradio operativni program, zahteva se saradnja komercijalnih i proizvodnih funkcija, funkcija razvoja proizvoda, finansija i funkcije fizičke otpreme proizvoda).

Uslov za funkcionisanje sistema je da svaka funkcija može da računa na obaveze koje prema njoj imaju druge funkcije, uz poštovanje svojih obaveza prema drugima (npr. proizvodnja i otprema rade na bazi obaveza koje diktira tržište preko prodajne funkcije, prodaja zasniva svoju aktivnost na obavezama koje je prihvatila proizvodnja, dok zastupnik prodaje proizvode krajnjim kupcima računajući na poštovanje preuzetih obaveza od strane svih ostalih funkcija).

Realizacija logističkog koncepta zahteva promenjeni način upravljanja, koji se više ne bazira na optimizaciji pojedinačnih funkcija, već na medjusobnom zadovoljavanju potreba različitih funkcija koje rade zajedno na postizanju zajedničkog cilja preduzeća.

Pored uzajamnog delovanja i saradnje funkcija unutar preduzeća, potreban je i partnerski odnos sa kupcima i dobavljačima, koji se ostvaruje preciznim ugovaranjem medjusobnih odnosa, posebno po pitanju rokova i količina za otkaz. Obostrani interes za partnerski odnos je evidentan, jer i kod dobavljača i kupaca postoji potreba za primenom logističkog ponašanja.

Neophodnu osnovu i tehničku podršku logističkom funkcionisanju preduzeća pružaju savremene informacione tehnologije, tako da kada se danas govori o logistici prevashodno se misli na CIM - logistiku, koja funkcioniše u okviru CIM - sistema.

Po svojoj definiciji CIM (Computer Integrated Manufacturing) znači maksimalnu informacionu integraciju svih bitnih funkcija u preduzeću, u smislu sinteze njihovih pojedinačnih ciljeva u zajednički cilj firme: što veća dobit od dobro opsluženih kupaca uz minimalne troškove.

Kao zaključak može se konstatovati i da je potrebna vrlo visoka integralnost logističkog informacionog sistema, od prijema porudžbine kupca do fakturisanja gotovog proizvoda. Kao okosnica informatičkog sagledavanja problema postavlja se defi-

izrada modela sirifranja proizvoda sa raspoloživim operativnim i njegova ugradnja u strukturu baznog fonda podataka koja bi dalje koristila za izradu termin-plana gotovih proizvoda komponentnih fabrika i njihovih sopstvenih planova proizvodnje u cilju sinhronizovanog lansiranja serija pojedinih komponentnih delova, tj. blagovremenog snabdevanja repromaterijalom.

6.0 LITERATURA

|01| Niess P., Jabbusch M., "JIT, Logistik, CIM; Neue betriebswirtschaftliche Konzepte fuer die Produktionsplannung und -steuerung in mittelstaendischen Unternehmen der Fertigingsindustrie", VDI-Z 131 (1989), Nr.4, Stuttgart

|02| FIAT Auto S.p.A., "Il nuovo sistema logistico", Torino, 1989.

|03| Ewersheim W., Barg A., Wiegershaus U., "Logistik Szenario fuer die "neue Fabrik", VDI-Z 131 (1989), Nr.5, Aachen

|04| Ribbert E.J., "Arbeitsschrittte zur Realisierung eines Logistik-Konzeptes in Produktions-Unternehmen", Logistik im Unternehmen, Januar/Februar 1990.

Abstract:

This Short Paper describes Interfaces between CIM Logistics and PPC System - an Integrated System for Production Planning and Control, Supply and Acquisition, Physical Distribution and Products Realisation. Special Attention is paid to Production Planes Making and their Realisation through Purchasing Dynamics and Production Scheduling by use Working Orders.

Using a System Development Method (SDM) of System Analysis, in this Short Paper is made a relevant Bussines Function Decomposition and is proposed a new Solution of CIM Logistics Information System.

ODRŽAVANJE SREDSTAVA ZA RAD U OBRAZOVANJU I PRAKSI

Prof. dr Vladimir Ognjanović
Mašinski fakultet u Nišu

1. UVOD

Medju osnovnim elementima proizvodnje ubrajaju se: ljudski rad, sredstva za rad, predmet rada, energija i informacije. Isto tako, poznati su činioci koji odredjuju radno mesto u proizvodnji. To su predmet rada, posao, sredstva za rad, prostor za rad i čovek. Značaj uloge čoveka i sredstava za rad u procesu proizvodnje nije potrebno posebno dokazivati. Polazeći od ovog značaja, posebno će se analizirati najvažniji problemi procesa preventivnog održavanja sredstava za rad da bi se istakao problem nedostataka obrazovanih kadrova za potrebe održavanja sredstava za rad i ponovo pokrenula rasprava o svim elementima sistema obrazovanja ovih kadrova i to ne samo u krugovima održavalaca, već šire, u okviru proizvodnog mašinstva i Univerziteta.

2. SREDSTVA ZA RAD

Ukupna finansijska angažovana sredstva preduzeća svrstana su u dve grupe, i to kao:

a) Obrtna sredstva, i

b) Osnovna sredstva.

Osnovna sredstva čine ona sredstva koja se u toku rada samo delimično troše i posredno unose u vrednost predmeta rada. Ovo se vrši amortizacijom osnovnih sredstava, koja kao utrošak proizvodnje treba što neposrednije da tereti svaku fazu procesa rada (5). Deo osnovnih sredstava pomoću kojih se ili u kojima se vrše procesi rada, odnosno koja u fizičkom obliku mogu učestvovati u procesu proizvodnje u kome čovek pomoću njih menja predmet rada, nazivaju se sredstva za rad. U zavisnosti od vrste proizvodnje i karakteristika proizvoda angažuju se sredstva za rad u vidu odgovarajuće tehnološke i druge opreme. Struktura ovih sredstava u preduzećima industrije za preradu metala i mašinogradnji približno se može prikazati u vidu sledećih grupa opreme:

oprema);

2. Alati i probor;

3. Energetska oprema (generatori, elektromotori, kompresori, kotlovi, razvijači acetilena, i dr.);

4. Oprema za prenos energije i razvod fluida;

5. Oprema za unutrašnji transport;

6. Oprema za pripremu vode i prečišćavanje otpadnih voda;

7. Oprema za kontrolu i upravljanje i sredstva veze;

8. Zgrade u proizvodnji;

9. Postrojenja i instalacije za provetravanje i klimatizaciju;

10. Inventar;

11. Fabrički krug i tereni (putevi, koloseci, zelene površine i dr.).

Svaka od navedenih grupa sredstava za rad može se raščlaniti na veći broj vrsta.Na primer, postoji više klasifikacija mašina alatki:

a) prema tehnološkoj nameni:

- mašine alatke za obradu rezanjem,
- mašine alatke za obradu deformisanjem,
- mašine alatke za nekonvencijalne vrste obrade.

b) prema stepenu specijalizacije;

c) prema stepenu automatizacije;

d) prema tačnosti;

e) prema težini; itd.

Može se reći da mašine sa numeričkim upravljanjem, obradni centri i integralni proizvodni sistemi predstavljaju svojevrsna nova dostignuća tehničkog progresa u mašinogradnji i tehnologiji mehaničke obrade. Industrija mašina alatki sa industrijom kompjutera (i šire mikroelektronike), a u perspektivi industrija robota je osnova razvoja industrije prerade metala a sve više prerade različitih vrsta materijala. Proizvodnja industrijskih robota je jedan od osnovnih pravaca daljeg razvoja mašina alatki i njihovog slaganja u složene fleksibilne proizvodne sisteme. Obradni centri u kojima se vrši koncentracija više vrsta obrada karakterišu se visokom tehnološkom fleksibilnošću, visokim stepenom automatizacije i primenom numeričkog i računarskog upravljanja. Povezivanjem ovih mašina alatki formoraju se fleksiblni tehnološki sistemi sa računarskim upravljanjem da bi se sistem proširio na integralni proizvodni sistem. Pored mašina alatki mašinopgradnja proizvodi i:

- poljoprivredne mašine;
- gradjevinske mašine;
- rudarske i metalurške mašine;
- mašine i uredjaje za hemijsku industriju;
- sredstva za transport i skladišta;
- mašine za prehrambenu industriju;
- tekstilne mašine;

- mašine za industriju kože i gume;
- mašine za grafičku industriju;
- uredjaje za ventilaciju i klimatizaciju;
- medicinsku i veterinarsku opremu; i
- agregate, uredjaje i aparate za upravljanje i automatizaciju.

Industrija prerade metala, ima pored mašinogradnje i:
- elektrogradnju;
- proizvodnju električnih mašina, uredjaja i alata;
- proizvodnju računskih i administrativnih mašina;
- proizvodnju energetskih mašina i uredjaja;
- proizvodnju saobraćajnih sredstava; i
- brodogradnju.

Osim ovog kompleksa postoji i kompleks proizvodnje gvoždja i čelika i proizvodnje obojenih metala. Ovim prikazom vrsta mašina koje se koriste u raznim preduzećima kao sredstva za rad, pokazana je raznovrsnost, brojnost i složenost kako za njihovu proizvodnju tako i za eksploataciju pa samim tim i za održavanje. Sredstva za rad imaju svoj tehnički i ekonomski vek. Medjutim, nekoloko faza koje prethode fazi eksploatacije formiraju ukupni ciklus života opreme. To znači da oprema kao proizvod metalne industrije prolazi kroz sledeća bitna razdoblja:

1. Oblikovanje (projektovanje, konstruisanje, prototip);
2. Proizvodnja i montaža (tehnološki postupak, nulta serija);
3. Eksploatacija i održavanje;
4. Regeneracija ili uništenje.

Prve dve faze detaljno su proučavane u svim nivoima obrazovanja kroz više predmeta (tehničko crtanje, mašinski elementi, osnovi konstruisanja, tehnologija obrade itd.).Treća faza se samo delimično izučava (bez održavanja), a četvrta faza se ne izučava. Iz ovoga proizilazi da se uglavnom ne daju odgovor na pitanja kako da oprema daje najbolje efekte, kako da radi sa što manje neplaniranih zastoja i da u najboljoj mogućoj meri bude u skladu sa zahtevima efektivnosti tehničkih sistema, koji se izražavaju kroz gotovost, pouzdanost i funkcionalnu podobnost. Posebno se za aktivne elemente postavljaju uslovi pouzdanosti u vidu bezotkaznosti, trajnosti i pogodnosti za održavanje. Faktori koji povećavaju pogodnost za održavanje su:
- standardizacija i unifikacija,
- priprema kadrova za održavanje,
- organizaciono snabdevanje rezervnim delovima,
- sistemska kontrola parametara, i
- kostruktivne pogodnosti za održavanje.

Preventivno održavanje sredstava za rad treba da bude podredjeno pouzdanosti i tehničkom veku opreme celog procesa proizvodnje. Pouzdanost opreme sa javlja kao konstrukciona i eksploataciona. Konstrukciona pouzdanost se stvara pri projektovanju, konstruisanju, izradi i montaži, dok eksploataciona pouzdanost zavisi od iznosa konstrukcione pouzdanosti i od nivoa eksploatacije sistema, tehničkog opsluživanja i kvaliteta održavanja opreme. Eksploatacionu pouzdanost povećava i modernizacija opreme.

Poznato je šest osnovnih koncepata preventivnog održavanja. To su (1):

1. Koncept terotehnologije,
2. Održavanje prema stanju,
3. Logistički koncept održavanja,
4. Totalno produktivno održavanje,
5. Samoodržavanje i
6. Ekspertni sistemi.

Zadržaćemo se na konceptu terotehnologije, koji poziva na način života koji je neophodan u obezbedjenju efektivnog korišćenja opreme. Ona je uopštila i sistematizovala sve postojeće i važeće elemente tehničkog opsluživanja i održavanja, poboljšala ih i razvila. Terotehnologija se zasniva ne samo na dostignućima tehničkih nauka i proizvodnje, nego i osobito na teoriji i praksi pouzdanosti, tribologije i hematologije. Medjutim, za razliku od pouzdanosti, terotehnologija uzima u obzir i moralnu pohabanost opreme. Jedan od prvih ruskih terotehnologa V.D.Platkin dao je sledeću definiciju terotehnologije: "Terotehnologija - to je tehnologija obezbedjenja efektivnog funkcionisanja agregata i opreme u toku svog tehničkog veka sa brojnim tehnološkim, tehničkim i organizacionim faktorima i njihovim medjusobnim uticajima, zasnovana na neprikidnom prikazivanju i uklanjanju uzroka, koji snižavaju efektivnost funkcionisanja ". (6) Princip sistemskog pristupa i analize čini naučnu osnovu terotehnologije. Sistemski pristup karakteriše objedinjavanje svih faktora tehnologije u jedan medjusobno povezan sistem. Terotehnologija (prema E.Rejecu) obuhvata delatnosti od projektovanja, odnosno nabavke osnovnih sredstava do njihovog izdvajanja iz procesa proizvodnje. Delatnosti, koje terotehnologija u vezi sa sredstvima za rad obuhvata, delimo na:

- zahteve pri projektovanju, odnosno nabavci;
- pripreme za eksploataciju;
- održavanje;
- modernizaciju; i
- izdvajanje iz procesa proizvodnje.

Cilj je terotehnologije optimizacija održavanja, a to znači da želimo postići takav režim održavanja kod kojeg je zbir troškova održavanja i troškovsa zastoja zbog kvarova i radova na održavanju minimalan. Zahtevi koji se postavljaju novim sredstvima su:

- pouzdanost,
- sposobnost za održavanje,
- sigurnost rada,
- dobijanje potrebnih podataka za rukovanje i održavanje,
- drugi zahtevi, više ili manje važni u pojedinim slučajevima (zaštita okoline i sl.).

Posebno je važno obezbediti sve podatke za rukovanje i održavanje svakog sredstva za rad. To su:

1. Operativna dokumentacija;
2. Angažovasnje i obuka radnika za rukovanje i održavanje;
3. Organizacija propisanih pregleda i ispitivanja i pribavljanje potrebnih potvrda i atesta;

5. Odredjivanje stope amortizacije i stope sredstava za investiciono održavanje;

6. Uskladjivanje proizvodnih planova s novim proizvodnim kapacitetima;

7. Uskladjivanje planova održavanja s novo nastalim potrebama za održavanje;

8. Planiranje i osiguranje rezervnih delova i materijala za održavanje; i

9. Preuzimanje novih sredstava za rad.

Održavanje se definiše kao delatnost koja ima zadatak sprečavati a ako već nastupaju i otklanjati kvarove na sredstvima za rad. Podela održavanja se može izvršiti na (5):

a) Predmetno i

b) Funkcionalno.

Predmetno održavanje obuhvata:

- mašinsko,
- elektro,
- gradjevinsko i
- životne sredine.

Mašinsko održavanje obuhvata:

- mehanizme mašina,
- hidrauliku,
- pneumatiku.

Elektro održavanje obuhvata:

- elektrotehničko,
- elektronsko.

Funkcionalno održavanje se deli na:

a) preventivno operativno, i

b) preventivno invensticiono.

Operativno obuhvata:

- podmazivanje,
- čišćenje i zaštitu površina,
- proveru i podešavanje kritičnih mesta, i
- zamenu kritičnih delova.

Ovim se smanjuju tekuće opravke (prouzrokovane). Preventivno invensticiono održavanje se sastoji od četiri faze :

- pregledi i kontrola ispravnosti,
- male preventivne opravke,
- srednje preventivne opravke, i
- velike preventivne opravke.

Iako se može reći da je zastupljenost kvalifikovanih i visokokvalifikovanih kadrova u celokupnom sastavu održavalaca relativno visoka, stanje je ipak nezadovoljavajuće, jer to nisu kadrovi specijalno školovani za poslove održavanja, a s druge strane, vrlo je mali broj visoko stručnih kadrova na ovim poslovima angažovan. To se može pratiti kroz (7):

- veći broj i duže zastoje proizvodnje,
- veće troškove održavanja,
- kraći životni vek sredstava za rad, i
- niži nivo organizovanosti održavanja.

Usled nedefinisanosti strategije održavanja i nerešenosti informacionog sistema, postojeći stručnjaci prinudjeni su da obavljaju poslove kao što su (7):

- naručivanje rezervnih delova,
- posredovanje informacija o kvarovima,
- urgiranje opravke,
- prenošenje informacija o kvarovima,
- sklapanje ugovora za opravke, itd.

Praksa je suočena sa svim problemima eksploatacije i održavanja opreme, raznovrsne i veoma komplikovane, a kadrovi se za ove poslove ne obrazuju. To se posebno odnosi na oblast održavanja sredstava za rad, što ima uticaja na stanje održavanja i na odnos prema održavanju. Neophodno je da se ova disciplina odmah uvrsti u nastavne planove tehničkih fakulteta sa programom koji bi obuhvatio organizacioni, tehnološki i ekonomski aspekt održavanja sredstava za rad. Moguća varijanta programa predložena je u radu pod brojem (9). S obzirom na razlike i specifičnosti sredstava za rad, obrazovanje kadrova za potrebe održavanja treba organizovati kroz više formi. To mogu biti redovne i specijalističke studije, zatim poslediplomske studije, a u preduzećima za radnike i tehničare moguće je organizovati raznovrsne seminare.

LITERATURA

(1) Adamović Ž., Osnovni moduli savremenog sistema održavanja, Beograd, OMO, 87/2.

(2) Bjelica M., Struktura kadrova u održavanju, Beograd, OMO 86/1.

(3) Dalton A., Funkcija održavanja u budućnosti, Beograd,OMO 81/4.

(4) Majstorović V., Prilog razvoju funkcije održavanja obradnih sistema, Beograd, OMO, 82/2.

(5) Mileusnić N., Organizacija procesa proizvodnje, Beograd, 1986.

(6) Pritikin D.P., Nadežnost, remont i montaž metaplurgičeskogo oborudovania, Moskva, 1985.

(7) Rejec E., Iskorišćenje stručnog potencijala u održavanju, Beograd, OMO, 81/5.

(9) Stanivuković D., Predlog nastavnog programa iz oblasti održavanja, Beograd, OMO, 84/6.

(10) Tucakov M., Kadrovi u državanju, Beograd, OMO, 89/4.

(11) Ergotić J., Razvoj kadrova koji će koordinirati održavanje, Beograd, OMO, 82/8.

SUMMARY

Maintenance of the equipments in the teaching process and in the practice. A characteristic "life" sycle for the equipment is composed of the pollowing processes: designing, manufacturing with montage, and exploitation with maintenance. In education process only the maintenance is not included. The basic message of this article is that the aim of the preventive maintenance of the equipment should be the achievement of both the predicted reliability and the technical "life". The need of education the experts for the maintenance is elaborated and the complexity of this activity is shown.

BAZE PODATAKA NA PERSONALNIM RAČUNARIMA O PRODUKTIVNOSTI OBRADNIH SISTEMA

dipl.inž. Milan Erić asistent, Mašinski fakultet Kragujevac

Rezime
Rad je nastao kao rezultat aktivnosti na Naučno istraživačkom projektu "Revitalizacija postojećih tehnologija u industriji prerade metala". Prikazan je model baza podataka na PC_uneophodnih za praćenje produktivnosti obradnih sistema u oblasti proizvodnje privrednih vozila, gradjevinskih mašina i alata i odgovarajući izlazni rezultati.

Abstract
This paper itself is a result of activities of the scientific project "Revitalization of Existing Technologies in Metal-Working Industry". Analised are the model of PC data bases for monitoring of working systems productivity in area of tracks production, construction equipment and tools and are given appropiate outputs.

1. UVOD

U razvoju metoda projektovanja i efikasnog korišćenja informacionih sistema prelomnu tačku, tačku u kojoj ova oblast prerasta u formalno zasnovanu naučnu i inženjersku disciplinu, predstavljaju modeli podataka, odnosno baze podataka. Informacioni sistem, da bi zadovoljio sve zahteve koji se pred njega postavljaju, mora da predstavlja adekvatan model realnog sistema u kome deluje.

U okviru Tribološkog informacionog sistema (TIS), koji se razvija na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu, formirane su baze podataka o produktivnosti obradnih sistema na kojima se ostvaruju proizvodni procesi u proizvodnji privrednih vozila (Zastava Kamioni Kragujevac), gradjevinskih mašina (14.Oktobar Kruševac) i alata (FRA Čačak) sa rezultatima istraživanja koji omogućavaju identifikaciju nivoa njihove produktivnosti.

Da bi se ostvarila izlazna veličina iz obradnog sistema, odnosno da bi se proizveli polufabrikati i gotovi proizvodi u obradnom sistemu, neophodno je utrošiti odgovarajuće količine materijala-Mat, energije-E, informacija-Info (ulazne veličine) i elemenata strukture obradnog sistema (mašina-M, alat-A,sredstvo za hladjenje i podmazivanje-SHP i živog rada-R).

Produktivnost se definiše kao odnos izmedju izlaznih i ulaznih veličina sistema odnosno kao odnos izmedju onoga što sistem stvara i onoga što sistem pri tome troši, to se izraz za produktivnost može napisati u sledećem obliku :

$$P=\frac{predmet\ obrade\ Po}{Mat+E+Info+R+A+M+SHP}$$

Potrošnja meterijala po jednom polufabrikatu ne zavisi od načina funkcionisanja obradnog sistema tako da je pokazatelj produktivnosti koji bi govorio o utrošku materijala po jednom polufabrikatu bezpredmetan jer na njega u obradnom sistemu nije moguće uticati u toku realizacije obrade. Ovaj pokazatelj više pripada grupi pokazatelja koji govore o produktivnosti proizvodnih sistema u celini.

U industrijskim sistemima troškovi energije i troškovi informacija mere se i prate na nivou industrijskog sistema a veoma retko na nivou obradnog sistema odnosno grupe obradnih sistema. Zbog toga pokazatelji produktivnosti koji govore o utrošku energije i informacija po jednom polufabrikatu nije racionalno vezivati za obradni sistem.

Recipročne vrednosti pokazatelja produktivnosti obradnog sistema su u obliku:

$$\frac{1}{P}=\frac{R}{Po}+\frac{A}{Po}+\frac{M}{Po}+\frac{SHP}{Po}$$

odnosno

$$\left(\frac{1}{P}\right)_R=\frac{R}{Po},\ \left(\frac{1}{P}\right)_A=\frac{A}{Po},\ \left(\frac{1}{P}\right)_M=\frac{M}{Po},\ \left(\frac{1}{P}\right)_{SHP}=\frac{SHP}{Po}$$

pa je za obradni sistem:

$$\left(\frac{1}{P}\right)_{OS}=\left(\frac{1}{P}\right)_R+\left(\frac{1}{P}\right)_A+\left(\frac{1}{P}\right)_M+\left(\frac{1}{P}\right)_{SHP}$$

Za upravljanje procesima rezanja u obradnim sistemima neophodno je pratiti promene utrošaka R,A,M i SHP čije će se izračunavanje vršiti po sledećim formulama:

Bruto lični dohodak radnika - R

$$R=n\,k_1\,t_k\ (dinara/operaciji)$$

gde je:

n - faktor koji uzima u obzir lični dohodak stručnog radnika (reglera) ako učestvuje u pripremi i izvodjenju operacije na mašini

$$n=1+\frac{k_3}{k_1}\frac{N_1}{N_2}$$

K_3 - Bruto lični dohodak stručnog radnika u din/min.
N_1 - Broj mašina koje opslužuje 1 direktni radnik.
N_2 - Broj mašina koje opslužuje 1 stručni radnik.
t_k - Komandno vreme izrade u minutima po operaciji.
$t_k = t_g + t_p + t_{pz} + t_d$ (min/operaciji)
t_g - Vreme efektivnog rezanja-glavno vreme izrade u min. po operaciji.
t_p - Pomočno vreme (opsluživanje, stezanje) u min. po operaciji.
t_{pz} - Pripremno završno vreme u min. po operaciji.
t_d - Dodatno vreme u min. po operaciji

Troškovi alata - A

$$A=\sum_{i=1}^{n}\left[\left(nk_1t_1+k_2t_2+\frac{C_a}{i+1}\right)\left(\frac{t_g}{T}\right)\right]_i \quad (dinara/operaciji)$$

gde je:

$$\frac{t_g}{T}=\frac{1}{Z_T} \rightarrow A=\sum_{i=1}^{n}\left[\left(nk_1t_1+k_2t_2+\frac{C_a}{i+1}\right)\left(\frac{1}{Z_T}\right)\right]_i$$

t_1 - Vreme zamene pohabanog alata novim ili naoštrenim u minutima (za slučaj da je t_1 već sadržano u komadnom vremenu t_k, uzima se $t_1 = 0$)
t_2 - Vreme oštrenja alata u min. (za okretne pločice obično se uzima $t_2 = 0$)
k_2 - Bruto lični dohodak oštrača alata u din/min.
Ca - Nabavna cena alata u dinarima
i - Broj mogućih oštrenja alata (za okretne rezne pločice uzima se da je i+1 = broj reznih ivica)
T - Postojanost alata izmedju dva oštrenja ili dve promene u min.
Z_T - Broj obradjenih operacija-komada izmedju dva oštrenja odnosno zamene alata.

Troškovi amortizacije mašine - M

$$M=\frac{C_m\,p}{100\;60\;F\,\eta}\,t_{ki} \quad (dinara/operaciji)$$

Za slučaj obrade "S" različitih operacija

$$M=\frac{C_m\,p}{100\sum_{i=1}^{s}(q_i\,t_{ki})}\,t_{ki} \quad (dinara/operaciji)$$

gde je:
Cm - Revalorizovana vrednost mašine na koju se primenjuje amortizaciona stopa u dinarima.
p - Amortizaciona stopa u %.
F - Godišnji mogući fond časova rada mašine.
η - Vremenski stepen iskorišćenja mašine godišnje.
t_{ki} - Komandno vreme izrade "i"-te operacije u min.
q_i - Količina proizvodnje "i"-te operacije tokom godine u komadima.
Za slučaj da se na mašini tokom godine radi samo jedna operacija u količini q, biće:

$$M = \frac{C_m F}{100\, q} \quad (dinara/operaciji)$$

Troškovi sredstva za hladjenje i podmazivanje - SHP

$$SHP = \frac{Q\, C_{SHP}}{60}\, t_{ki} \quad (dinara/operaciji)$$

gde je:

Q - Količina SHP koja se troši po jednom času rada mašine u litrima

C_{SHP} - Cena koštanja jednog litra SHP u din.

Za slučaj raspolaganja podacima o potrošnji SHP po operaciji q_{SHP} u litrima, SHP se računa u obliku:

$SHP = q_{SHP}\, C_{SHP}$ (dinara/operaciji)

$C_{SHP} = C_1 + C_2 + C_3$ (dinara/litru SHP), gde je:

$C_1 = C_u\, p_{SHP}/100$ - cena učešća ulja u jednom litru SHP u dinarima

Cu - Cena nabavke jednog litra ulja za SHP u din.

p_{SHP} - Procenat sadržaja ulja u jednom litru SHP (za čisto rezno ulje $p_{SHP} = 100\%$ a $C_1 = Cu$)

C_2 - Cena potrebne količine vode $(1 - p_{SHP}/100)$ u jednom litru SHP u dinarima (za čisto rezno ulje $C_2 = 0$)

C_3 - Cena koja se odnosi na troškove pripreme i distribucije jednog litra SHP u dinarima.

Za slučaj da se troškovi u vezi C_3, ne vode na nivou obradnog već poslovnog sistema, cena C_{SHP} se računa po obrascu:

$C_{SHP} = C_1 + C_2$, a za čistorezno ulje $C_{SHP} = Cu$.

U opštem slučaju cena C_3 se računa po obrascu:

$$C_3 = \frac{\sum_{i=0}^{n} R_{SHPi} + \sum_{i=1}^{z} \left(\frac{C_{oSHP}\, P_o}{100}\right) i}{Q} \quad (dinara/litruSHP)$$

gde je:

R_{SHPi} - Bruto lični dohodak n radnika na poslovima pripreme SHP u količini Q tokom godine u dinarima.

C_{oSHP} - Vrednost "Z" opreme i objekata koji se koriste pri pripremi i distribuciji SHP u dinarima.

Po - Amortizaciona stopa opreme i objekata za pripremu SHP u %

Q - Godišnja proizvedena količina SHP u litrima.

3. KONCEPT MODELIRANJA PODATAKA

Model podataka, preko skupa podataka i njihovih medjusobnih veza, predstavlja stanje sistema u jednom trenutku vremena i sadrži skup informacija o prošlosti i sadašnjosti sistema. Svaka baza podataka je model nekog sistema iz stvarnosti. U svakom trenutku, sadržaj baze treba da predstavlja snimak stanja aplikacione sredine, a svaka promena u bazi treba da odražava dogadjaje koji su se desili u toj sredini.

Postoje mnoge različite tehnike modeliranja podataka, od kojih sve sadrže konstrukcije potrebne za predstavljanje podataka i njihovih medjusobnih veza. Cilj je da se podaci, zajedno sa njihovom opštom strukturom, organizuju i memorišu sa što manje redudanse (čuvanje istih podataka na više različitih mesta), a da budu raspoloživi za veći broj programa.

Kao model podataka, koji bi omogućio efikasnu realizaciju postavljenih zahteva odabran je model treće generacije MODEL ENTITET - VEZE (ENTITY - RELATIONSHIP model), iz nekoliko razloga. Korišćenjem ovog modela omogućen je veći stepen nezavisnosti podataka

preslikavanje u neki model druge generacije, sa malim brojem koncepata i lako razumljiv za korisnika.
Osnovni koraci pri modeliranju podataka su:

1. Izbor entiteta sistema (kao što su MAŠINA, DEO, ALAT, i td.) i veza izmedju njih koje su interesantne za sistem,

2. Dodeljivanje atributa entitetima i vezama.

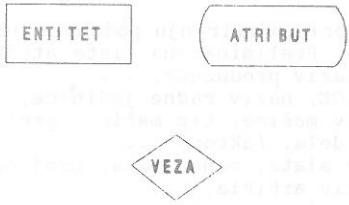
Bazni koncepti koje koristi model ENTITET - VEZE su : **ENTITET, VEZA** i **ATRIBUT** entiteta ili veza.

ENTITET je objekat (koncept) realnog sistema koji se u njemu lako identifikuje i predstavlja agregaciju vrednosti njegovih atributa.

VEZA je asocijacija izmedju dva ili više entiteta. (Na primer, entitet DEO, može biti povezan sa entitetom MAŠINA, pomoću veze OBRADJUJE). Veza može biti totalna i parcijalna. Jedan tip entiteta ima totalnu vezu, ako svaki entitet toga tipa učestvuje u bar jednoj vezi, inače, veza je parcijalna.

ATRIBUT označava neku od karakteristika entiteta ili veza (npr. NAZIV DELA je atribut entiteta DEO).

Model podataka se grafički predstavlja preko dijagrama ENTITETI - VEZE. Osnovni koncepti dijagrama entiteti - veze su:



Slika 1.

Stepen relacije, odnosno stepen veze izmedju dva entiteta je veoma važna osobina veze. Predpostavimo da postoji veza OBRADJUJE izmedju entiteta MAŠINA i DEO. Postoje tri različita stepena veza koja mogu postojati izmedju ovih entiteta:

1 : 1 veza (jedan-prema-jedan), označava da se jedan entitet jednog tipa pridružuje jednom entitetu drugog tipa. Veza 1 : 1 označava, da jedna mašina obradjuje samo jedan deo, a jedan deo se obradjuje samo na jednoj mašini.

1 : N veza (jedan-prema-više), označava da se jedan entitet prvog tipa pridružuje većem broju entiteta drugog tipa, a jedan entitet drugog tipa samo jednom entitetu prvog tipa. Veza 1 : N označava da jedna mašina obradjuje više delova, a jedan deo se obradjuje na jednoj mašini.

N : N veza (više-prema-više), označava da se jedanom entitetu jednog tipa pridružuje više entiteta drugog tipa i obrnuto. Veza N:N označava da jedna mašina obradjuje više delova, a jedan deo se obradjuje na više mašina.

Analiza zahteva definisanih u predhodnom poglavlju treba precizno da definiše postojeće zahteve za informacijama. Ako posmatramo model procesa sistema, dat u predhodnom poglavlju dolazimo do sledećih entiteta sistema:
PREDUZEĆE - entitet koji čini kolekciju atributa preduzeća,

DEO - entitet koji čini kolekciju atributa delova,
ALAT - entitet koji čini kolekciju atributa alata,
RADNIK - entitet koji čini kolekciju atributa radnika,
SHP - entitet koji čini kolekciju atributa shp_a,
ARTIKL - entitet koji čini kolekciju atributa artikla,
OPERACIJA - entitet podtip entiteta DEO koji čini kolekciju atributa operacije.

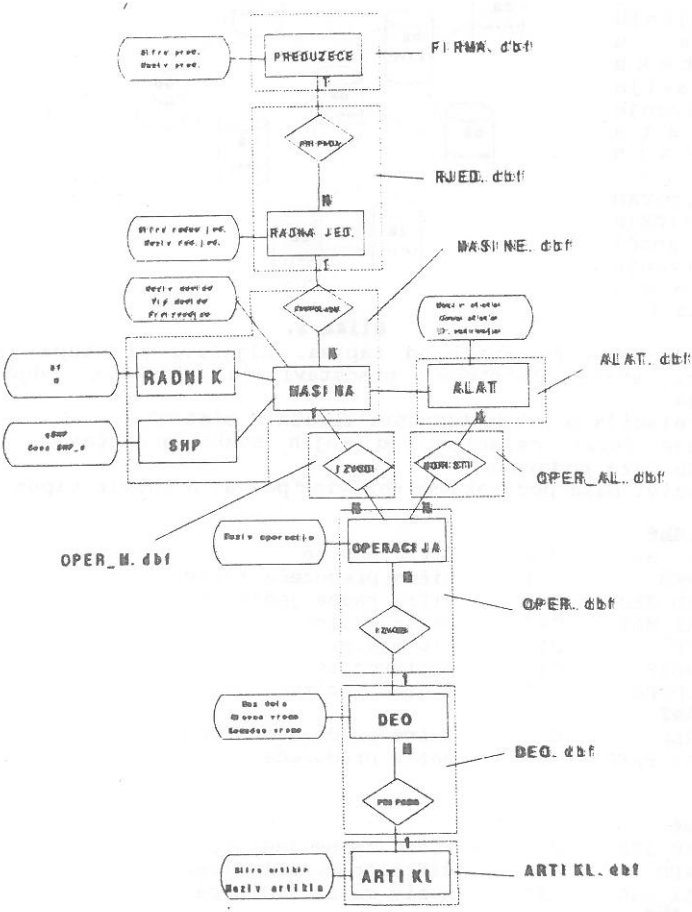
Sada je potrebno odrediti stepen i tipove veza izmedju entiteta. Predpostavimo da veza PRIPADA izmedju entiteta PREDUZEŠE i RADNA JEDINICA ima stepen 1 : N, što znači da jedno preduzeće može imati više radnih jedinica, a da jedna radna jedinica mora pripadati jednom preduzeću. Veza PRIPADA je totalna i sa jedne i sa druge strane. Isto se odnosi i na vezu RASPOLAŽE za entitete RADNA JEDINICA i MAŠINA. Veza IZVODI izmedju entiteta MAŠINA i OPERACIJA ima stepen 1 : N, na jednoj mašini može se izvoditi više operacija, a jedana operacija se može izvoditi na jednoj mašini. Veza je totalna sa obe strane. Veza KORISTI izmedju entiteta OPERACIJA i ALAT ima stepen N : N, za izvodjenje jedne operacije može se koristiti više alata, a jedan alat se može koristiti za izvodjenje više operacija. Veza je totalna sa obe strane. Veza PRIPADA izmedju entiteta ARTIKL i DEO ima stepen 1 : N, jedan artikal pripada većem broju delova, a jedan deo može pripadati jednom artiklu. Veza IZVODI izmedju entiteta OPERACIJA i DEO ima stepen N : 1 i totalna je sa obe strane, jedan deo može se obradjivati sa više operacija a jedna operacija se izvodi za obradu jednog dela.

Sledeći korak pri modeliranju podataka je dodeljivanje atributa entitetima i vezama. Preliminarana lista atributa je sledeća:

PREDUZEĆA, naziv preduzeća, ...
RADNE JEDINICE, naziv radne jedinice, ...
MAŠINE, naziv mašine, tip mašine, proizvodjač, ...
DELA, naziv dela, faktor, ...
ALATA, naziv alata, cena alata, broj oštrenja alata, ...
ARTIKLA, naziv artikla, ...
OPERACIJE, naziv operacije, ...
...
(# - označava identifikator, odnosno šifru)

Uvažavajući napred navedeno, na slici 2. imamo dijagram entiteti-veze.
Dobijeni model podataka predstavlja jedno od rešenja problema proracuna troškova obrade i produktivnosti obradnih sistema. Ovaj model se može menjati zavisno od zahteva koji se postavljaju pred sistem: lista entiteta, veza i atributa može se proširivati ili smanjivati, neki entiteti mogu postati atributi i obrnuto, pojedine veze mogu nestati, nove veze mogu biti dodate itd. Ako prikazano rešenje prihvatimo kao jedan od modela podataka, sledeći korak u logičkom oblikovanju baze podataka predstavlja definisanje relacija sistema.

Definisane relacije predstavljaju osnov za fizičku realizaciju baza podataka, na konkretnom računaru. Da bi se model podataka mogao fizički realizovati tj. postaviti na računar, potrebno je definisati relacije izmedju podataka prisutnih u sistemu i podatake grupisati u odredjenu logičke celine. Na osnovu usvojenog modela podataka i definisanih pravila dobijaju se relacije sa vezama prikazane na slici 3.

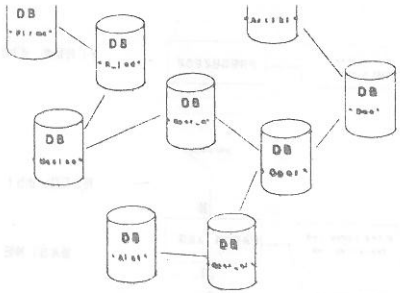


Slika 2.

Definisani model baza podataka,kako je već napomenuto, predstavlja jedno od mogućih rešenja. Sledeći korak u procesu razvoja baza podataka predstavlja fizička realizacija baze podataka na konkretnom računaru. Zavisno od računarskog sistema ova faza bi se i realizovala na odgovarajući način. Dakle, faza logičkog oblikovanja baze podataka je uveliko nezavisna od samog računarskog sistema što predstavlja veliku prednost za projektante baze podataka.

Definisani modeli relacija predstavljaju osnov za definisanje datoteka. Svaka od navedenih relacija se prevodi u datoteku baze podataka, svi atributi relacije čine jedan slog datoteke, a svaki atribut predstavlja jedno polje zapisa. Grupisani slogovi, organizovani u datoteke, čine bazu podataka.

prevodjrnju relacija u datoteke predstavlja odredjivanje formata fizičkih zapisa. Formatizovanje fizičkih zapisa znači odredjivanje tipova podataka i



Slika 3.

njihove dužine za svaki od zapisa. Ključeve pristupa, pojedinim zapisima svake datoteke, predstavljaju ključevi odgovarajućih relacija.

Model relacija o produktivnosti obradnih sistema uključuje devet relacija, od kojih svaka predstavlja jednu od datoteka baze podataka.

Nazivi baza podataka sa nazivima polja, njihovim tipom i dužinom su :

MASINE.dbf

INV_BR	C 6	- šifra mašine
PRED	C 1	- šifra preduzeća-firme
RAD_JED	C 1	- šifra radne jedinice
NAZ_MAS	C45	- naziv mašine
TIP	C10	- tip mašine
PROIZ	C15	- proizvodjač
GODPRO	C 2	- godina proizvodnje

FIRMA.dbf

PRED	C 1	- šifra preduzeća-firme
NAZ_PRED	C20	- naziv preduzeća

RJED.dbf

RAD_JED	C 1	- šifra radne jedinice
PRED	C 1	- šifra preduzeća-firme
NAZ_RAD	C20	- naziv radne jedinice

ARTIKL.dbf

SIF_ART	C 1	- šifra artikla
NAZ_ART	C25	- naziv artikla

DEO.dbf

SIF_DELA	C 8	- šifra dela
SIF_ART	C 1	- šifra artikla
NAZ_DELA	C30	- naziv dela
TR	N12.2	- troškovi radnika
TA	N12.2	- troškovi alata
TM	N12.2	- troškovi mašine
TSHP	N12.2	- troškovi SHP_a

ALAT.dbf

SIF_AL	C 9	- šifra alata
NAZ_AL	C25	- naziv alata
CA	N 9.2	- cena alata
I_1	N 4	- broj oštrenja alata + 1
T1	N 5.2	- vreme promene alata
T2	N 5.2	- vreme oštrenja alata

K2	N 6.3	- lični dohodak radnika

OPER_AL.dbf

SIF_DELA	C 8	- šifra dela
SIF_AL	C 9	- šifra alata
SIF_OP	C 3	- šifra operacije
PA	N 3	- broj alata
ZT	N 4	- broj komada izmedju dva oštrenja

OPER_M.dbf

SIF_DELA	C 8	- šifra dela
SIF_OP	C 3	- šifra operacije
SIF_JED	C 6	- šifra radne jedinice
INV_MAS	C 6	- šifra mašine
N	N 6.3	- faktor
K1	N 6.3	- lični dohodak radnika u bruto iznosu
TPZ	N 5.2	- pripremno završno vreme
TG	N 5.2	- glavno vrema
TD	N 5.2	- dodatno vreme
TP	N 5.2	- pomoćno vreme
TK	N 6.3	- komadno vreme
AM	N12.2	- amortizacija
F	N 8.2	- fond mašine
QSHP	N 7.4	- količina SHP_a
CSHP	N 6.2	- cena SHP_a

OPER.dbf

SIF_DELA	C 8	- šifra dela
SIF_OP	C 3	- šifra operacije
NAZ_OP	C150	- naziv operacije
TR	N12.2	- troškovi radnika
TA	N12.2	- troškovi alata
TM	N12.2	- troškovi mašine
TSHP	N12.2	- troškovi SHP_a

4. ZAKLJUČAK

Navedeni način dizajniranja baza podataka omogućava brze pristupe do podataka, laku izradu programskih zahteva i sigurnost podataka. Definisani model baza podataka, u zavisnosti od potreba (zahteva) korisnika, bi se mogao proširiti.

LITERATURA

1. B. Ivković
   Produktivnost obradnih sistema u metalopreradjivačkoj industriji
2. Grupa autora
   -Elaborat N°3 / 91 IDENTIFIKACIJA TEHNOLOŠKOG NIVOA PROIZVODNOG PROCESA U MALOSERIJSKOJ PROIZVODNJI SA GLEDIŠTA PRODUKTIVNOSTI,Mašinski fakultet, Kragujevac, 1992.
3. Hartmut Wedekind
   Organizacija podataka (prevod s nemačkog)
   Berlin, 1980
4. B. Lazarević i drugi
   Projektovanje informacionih sistema I i II
   Naučna knjiga, Beograd, 1986
5. Vladimir Štambuk
   Kibernetika sa informatikom
   Privredni pregled, Beogradu, 1989
6. Suad Alagić
   Relacione baze podataka
   Svjetlost, Sarajevo, 1985

KONCEPT POVEZIVANJA ELEMENATA FT STRUKTURA U LABORATORIJSKIM USLOVIMA

A CONCEPT OF CONNECTING THE ELEMENTS OF FT STRUCTURES IN LABORATORY CONDITIONS

Toma Janoš, NIS - NAFTAGAS PF Informatika, Sutjeska 1, Novi Sad
Gatalo dr Ratko, Hodolič dr Janko, FTN IPM, V. Perića Valtera 2, Novi Sad

Sažetak: U radu su razmotreni problemi računarski integrisane proizvodnje (Computer Integrated Manufacturing - CIM) vezani za postojanje "ostrva automatizacije". Prikazani su i resursi koji postoje na Institutu za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu (FTN IPM) za povezivanje "ostrva automatizacije" kroz primenu lokalnih računarskih mreža. Ukazano je na moguće načine povezivanja postojeće i planirane opreme u "laboratorijski FT sistem", sa ciljem primene teorije upravljanja FT strukturama kako u laboratorijskim tako i u industrijskim uslovima.

Abstract: The paper describes the way to solve problems related to existence of the "islands of automatisation" in Computer Integrated Manufacturing (CIM) through implementation of local area networks. Resources which exist at the Institute for Production Engineering at the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad (FTN IPM) to solve these problems using computer communications, and possible ways to build a "laboratory FT system" using existing and future equipment are presented.

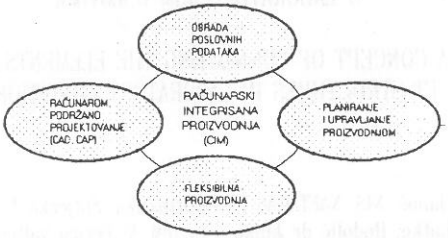
1.0 UVOD

U oblasti upravljanja fleksibilnim tehnološkim strukturama (FTs) na višem nivou poseban značaj ima povezivanje opreme putem lokalnih računarskih mreža, koje mogu biti namenjene kako za povezivanje komponenata u celine u okviru neposrednog proizvodnog procesa tj. FT modula, ćelija i sistema (FTM, FTĆ, FTS), tako i za povezivanje na nivou aktivnosti koje se odnose na CAD, CAPP, CAM, povezivanje administrativnih

povezane, lokalne računarske mreže, od kojih je jedna u neposrednoj proizvodnji i druga za potrebe CAD, CAPP, CAM, itd.

Računarske mreže su, takođe, i put za povezivanje svih ovih sistema u jedinstvenu celinu računarski integrisane proizvodnje (Computer Integrated Manufacturing - CIM), sa ciljem automatizacije /GAH090/

- projektovanja proizvoda i procesa,
- planiranja i upravljanja proizvodnjom;
- neposredne proizvodnje;
- obrade poslovnih podataka (slika 1).



slika 1. Računarom integrisana proizvodnja (CIM)

Rezultati koji su do sada postignuti na Katedri za obradu metala skidanjem strugotine Instituta za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, te nabavka fleksibilne tehnološke ćelije INDEX GU 600 impliciraju izgradnju FTS u laboratorijskim uslovima, pogotovo zato što je sopstveni razvoj u primeni računara u oblasti upravljanja FTs omogućio stvaranje tzv. "ostrva automatizacije". Očigledno je jedan od osnovnih zadataka u narednom periodu povezivanje ovih "ostrva automatizacije", a osnovni preduslov da se ovo realizuje je postojanje komunikacije između pojedinih elemenata sistema.

Raspoloživa oprema koja se koristi u istraživačkom radu u oblasti upravljanja FTs obuhvata raznorodne uređaje, kao što su obradni centar sa klasičnim CNC upravljačkim uređajem, FTĆ sa grafičkom radnom stanicom kao ćelijskim kontrolerom, CAD stanice i IBM PC kompatibilne računare. Da bi se realizovalo upravljanje FTS koji čine navedene komponente, potrebno je njihovo efikasno povezivanje u funkcionalnu celinu. Zbog toga rešenje problema vezanih za računarske komunikacije i primenu lokalnih računarskih mreža postaju osnovni preduslov razvoja u ovoj oblasti.

Međutim, rešenja zasnovana na primeni lokalne računarske mreže podrazumevaju postojanje određenog hardvera i softvera na svakom od elemenata sistema, što realno (bar u dogledno vreme) nije jednostavno izvesti obzirom na činjenicu da, na primer, veći deo dosadašnjih upravljačkih uređaja za numerički upravljane mašine alatke (NUMA) poseduje, u najboljem slučaju, samo serijski vezni sklop (serial interface) sa odgovarajućim softverom.

mrežu, kao rešenje ovog problema moguće je predložiti da se oni elementi FTs koji ne mogu direktno biti umreženi, vežu preko mikroračunara koji ovo omogućuju /GAH089/. Na ovaj način se dobija lokalna mreža mikroračunara na koje su preko serijskog veznog sklopa vezani ostali elementi kao što su upravljački uređaji NUMA i slični.

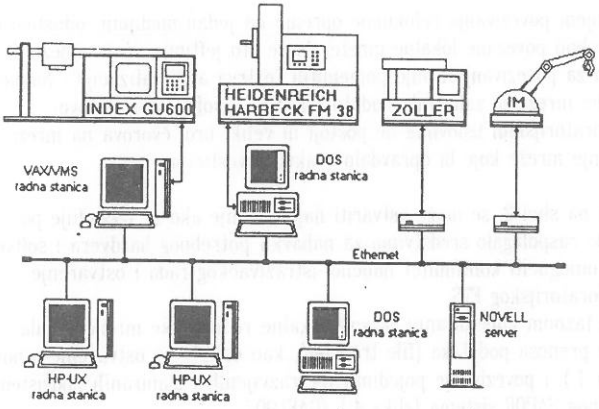
Mikroračunari za vezu na mrežu u laboratorijskim uslovima mogu da budu klase personalnih računara, tim pre što je problem prenosa podataka i programa između ovih računara i upravljačkih uređaja NUMA putem serijske komunikacije već rešen pomoću namenskog programa za komunikaciju FCOMM, koji se na FTN IPM koristi u sprezi sa obradnim centrom Heidenreich-Harbeck FM 38 (preko postojeće serijske veze IBM PC kompatibilnog računara i upravljačkog uređaja FANUC 6M).

Za razliku od laboratorijskih, u industrijskim uslovima se koriste namenski uređaji sa hardverom i softverom razvijenim posebno za ovu svrhu.

2.0 IZGRADNJA RAČUNARSKE MREŽE KAO OSNOVE FT STRUKTURE

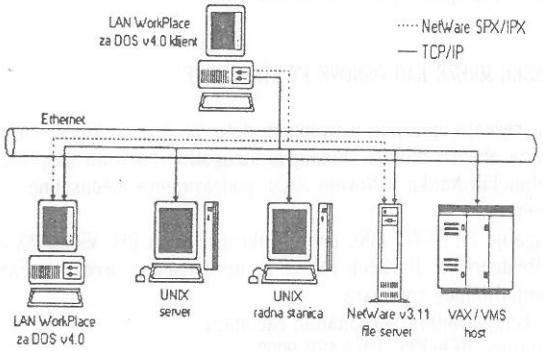
Konkretna primena rešenja opisanog u uvodnom delu, na opremi kojom raspolaže, ili će raspolagati, Katedra za obradu metala skidanjem strugotine Instituta za proizvodno mašinstvo Fakulteta Tehničkih Nauka u Novom Sadu, podrazumeva međusobno povezivanje sledeće opreme:

- FT ćelija za struganje INDEX GU 600, preko mikroračunara DEC MICROVAX 2000
- obradni centar Heidenreich-Harbeck FM-38 sa upravljačkim uređajem FANUC 6M, preko IBM PC kompatibilnog računara
- nekoliko IBM PC kompatibilnih personalnih računara
- dve CAD radne stanice HEWLETT-PACKARD 9000
- ZOLLER sistema za prethodno podešavanje alata i ostale opreme, koja još nije nabavljena ili je u fazi nabavke, kao što su industrijski manipulator, personalni računari, itd.



slika 2. Prikaz ciljne konfiguracije LAN

Navedeni uređaji se povezuju shodno izloženom konceptu, vodeći računa o raznorodnosti opreme kojom raspolaže Institut za proizvodno mašinstvo. Ovo predstavlja poseban problem, čije rešenje zavisi od hardverske i softverske opreme za povezivanje u mrežu. Obzirom na raspoloživi hardver, softver i specifične uslove rada na FTN IPM, moguća je konfiguracija prikazana na slici 2., gde se komunikacioni podsistem u ciljnom FTS sastoji iz lokalne računarske mreže NOVELL NetWare 386 za IBM PC kompatibilne računare i TCP/IP mreže za grafičke radne stanice HP 9000 i MicroVAX 2000. Lokalna mreža NOVELL omogućava međusobno povezivanje TCP/IP i NetWare opreme na isti medijum (ETHERNET kabel) /NOVE91/, /NOV291/, čime se jednostavno može rešiti razmena podataka između raznorodnih komponenti FTS (slika 3.)

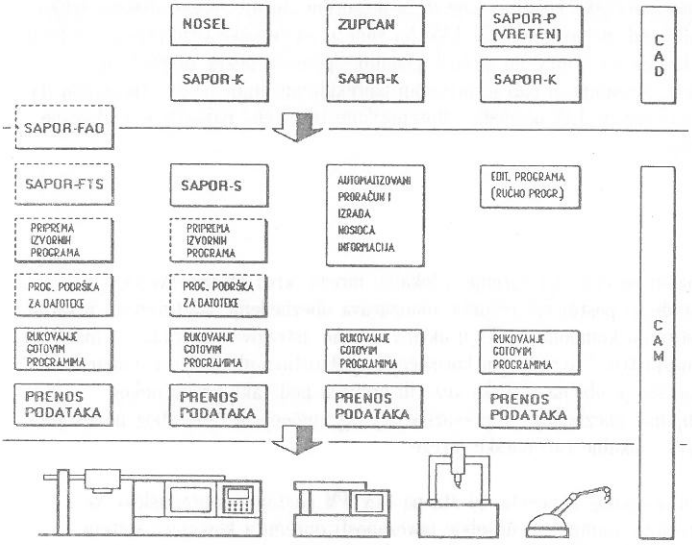


slika 3. Prikaz mogućnosti povezivanja NetWare i TCP/IP opreme na istom ETHERNET kablu

Ovde se, usvajanjem povezivanja celokupne opreme na jedan medijum, odustalo od koncepta dve međusobno povezane lokalne mreže, da se što jeftinije i brže obezbedi minimum neophodan za povezivanje ranije pomenutih "ostrva automatizacije". Naime, postojanje dve lokalne mreže bi zahtevalo dodatni hardver i softver za njihovo povezivanje, a u laboratorijskim uslovima ne postoji ni veliki broj čvorova na mreži, ni tako veliko opterećenje mreže koje bi opravdalo ovakvu investiciju.

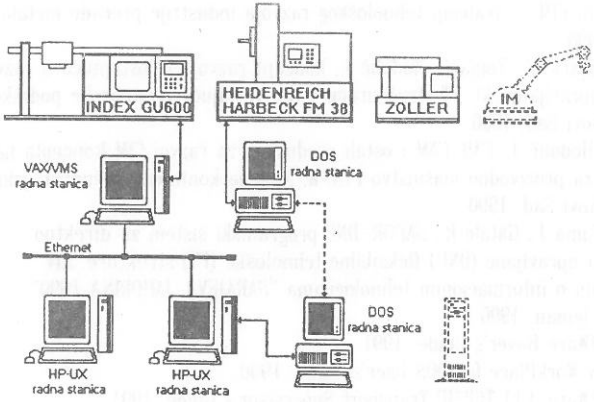
Sistem prikazan na slici 2. se može ostvariti najefikasnije ako se izgradnje po fazama, kako se bude raspolagalo sredstvima za nabavku potrebnog hardvera i softvera. Na ovaj način će se omogućiti kontinuitet naučno-istraživačkog rada i ostvarenje konačnog cilja - laboratorijskog FTS.

Osnovna ideja u faznom koncipiranju razvoja lokalne računarske mreže je bila obezbedenje funkcije prenosa podataka (file transfer), kao osnove za ostvarenje osnovnih funkcija CIM-a (slika 1.), i povezivanje pojedinih već razvijenih i planiranih podsistema (segmenata) integralnog SAPOR sistema (slika 4.) /GAKL90/.



slika 4. Segmenti integralnog SAPOR sistema

U prvoj fazi se povezuju u lokalnu mrežu FTĆ INDEX preko računara DEC MicroVAX 2000 i CAD stanice HP 9000. Obzirom da ove radne stanice već imaju ugradeni ETHERNET priključak, a da je povezivanje MicroVAX i Hewlett Packard opreme podržano od strane proizvodača (DEC i HP), ovo rešenje je relativno jednostavno za realizaciju. Veza sa IBM PC kompatibilnim računarima se može ostvariti njihovim priključivanjem kao asinhronih terminala preko serijske komunikacije na HP 9000, uz mogućnost prenosa podataka izmedu HP i PC opreme.



slika 5. I faza povezivanja opreme u LAN

Dalja distribucija na udaljenim PC jedinicama koje nisu povezane sa ili radnim stanicama, realizuje se pomoću serijske komunikacije ili, u najgorem slučaju, preko disketa (slika 5.), dok se ne obezbedi nabavka NOVELL LAN. Na slici 5. su serijske veze prikazane punim linijama sa strelicama na krajevima, prenos podataka pomoću nekog magnetnog medijuma (disketa, streamer traka) je prikazan isprekidanim linijama sa strelicama na krajevima, dok su veze na LAN očigledne. Oprema koju tek treba nabaviti je prikazana isprekidanim linijama.

3.0 ZAKLJUČAK

Prikazani način povezivanja opreme u lokalnu mrežu, kroz iskorišćavanje i postepeno unapređenje postojećih resursa, omogućava obezbeđenje kontinuiteta u radu na razvoju i testiranju komponenti FTs u okviru naučno-istraživačkog rada na Institutu za proizvodno mašinstvo. Privremenim korišćenjem jednostavnijih vidova računarske komunikacije kao što je obična serijska veza ili prenosa podataka preko nekog magnetnog medijuma, obezbeđuje se prevazilaženje ograničenja u radu zbog nedostatka komunikacije preko lokalne računarske mreže.

Realizacijom izloženog koncepta, za šta na FTN IPM postoje svi preduslovi, se obezbeđuje potreban minimum međusobne povezanosti opreme i koncipira sistem sposoban za rast i prilagođavanje eventualnim promenjenim uslovima rada tokom daljeg razvoja, kako u laboratorijskim, tako i u eventualnim industrijskim uslovima.

4.0 LITERATURA

/GAH089/ Gatalo R., Hodolič J., Horvat F., Toma J., Prilog razvoju sistema upravljanja za eksperimentalnu fleksibilnu tehnološku strukturu, JUPITER Konferencija, Cavtat, 1989.

/GAT090/ Gatalo R., Toma J., Hodolič J., Koncept razvoja upravljanja fleksibilnim tehnološkim strukturama na bazi primene lokalnih mreža, 9. Jugoslovenski simpozijum CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala, Cavtat, 1990.

/GAKL90/ Gatalo R., Klarić R., Toma J., Hodolič J., Koncept razvoja i dostignuća u razvoju sistema upravljanja NU FT strukturama i odgovarajuće računarske podrške, IV MMA, Novi Sad, 1990.

/GAH090/ Gatalo R., Hodolič J., CAD-CAM i ostali preduslovi za razvoj CIM koncepta na Institutu za proizvodno mašinstvo FTN-a, Naučna konferencija Industrijski sistemi, Novi Sad, 1990

/KLT090/ Klarić R., Toma J., Gatalo R., SAPOR-DNC programski sistem za direktno numerički upravljane (DNU) fleksibilne tehnološke (FT) strukture, XIV Simpozijum o informacionim tehnologijama "SARAJEVO-JAHORINA 1990", Sarajevo-Igman, 1990

/NOVE91/ NOVELL NetWare Buyer's Guide, 1991.

/NOV190/ NOVELL LAN WorkPlace for DOS User's Guide, 1990.

/NOV291/ NOVELL NetWare 3.11 TCP/IP Transport Supervisor's Guide, 1991

INTEGRALNI PRISTUP PROJEKTOVANJU ORGANIZACIONIH STRUKTURA INDUSTRIJSKIH PREDUZEĆA

D. Zelenović, N. Carić, Z. Horvat, Lj. Đuđak
FTN - Institut za industrijske sisteme, 21000 Novi Sad
Trg Dositeja Obradovića 7

REZIME

U radu je dat prikaz originalne koncepcije integralnog pristupa projektovanju organizacionih struktura zasnovan na kvalitativnoj i kvantitativnoj analizi globalnih faktora okruženja, funkcionalnih zadataka i tehnoloških i informacionih tokova u preduzeću. Posebno je dat osvrt na ekspertski pristup i na generalizaciju principa grupne tehnologije kao osnove za grupisanje radnih mesta primenom specijalizovanih matematičkih i multivarijantnih statističkih metoda.

AN INTEGRATED APPROACH TO DESIGNING ORGANIZATIONAL STRUCTURES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

ABSTRACT

The paper presents an original conception of integrated approach to designing organizational structures based on qualitative and quantitative analysis of principal environmental factors, functional tasks and technological and informational flows in enterprise. Special attention is dedicated to expert approach and to generalization of group technology principles as a base for grouping work places by application of specialized mathematical and multivariate statistical methods.

1.0 UVOD

Projektovanje organizacionih struktura predstavlja jedno od najkompleksnijih i najosetljivijih područja u oblasti teorije organizacije i menidžmenta, ali na žalost i područje u kojem su prisutne velike proizvoljnosti i nestručnost. U literaturi i radovima novijeg datuma ([1], [5],

ne postoji iskristalisan jedinstven i metodološki razrađen pristup projektovanju organizacionih struktura kakav, na primer, postoji u teoriji inženjerskog projektovanja ([15], [17]), projektovanja proizvodnih sistema [22ć ili teoriji projektovanja informacionih sistema, softvera i slično [21]. Sa druge strane, postoji čitav niz dobro struktuiranih parcijalnih prilaza ([1], [5], [13], [14], [16], [20]) koji zanemaruju ne mali broj relevantnih faktora koji determinišu organizacionu strukturu (slika 1.) ili integralnih koncepcija koje su veoma atraktivne, ali nedovoljno operacionalizovane ili zasnovane samo na ekspertskim preporukama, bez mogućnosti bilo kakve egzaktne provere ([6], [8], [18]).

Predmet ovog rada predstavlja pokušaj oblikovanja integralnog pristupa projektovanju organizacionih struktura zasnovan na usklađivanju i sintezi različitih parcijalnih koncepcija, metodoloških okvira i savremenih kvantitativnih postupaka analize i sinteze sistema uz respektovanje specifičnosti i prirode organizacionih sistema.

2.0 OSNOVNI PROBLEMI PROJEKTOVANJA ORGANIZACIONIH STRUKTURA

Svako korektno projektovanje organizacione strukture povezano je sa nizom specifičnih projektantskih problema od kojih su dominantni sledeći:

(1) Veliki broj zavisnih i nezavisnih uticajnih faktora koji determinišu organizacionu strukturu (slika 1.),

(2) Utvrđivanje značajnosti (pondera) svakog faktora u realnoj situaciji vezanoj za konkretno preduzeće i selekciju faktora sa najvećim uticajem,

(3) Analiza postojećih ili budućih tehnoloških i informacionih tokova uz određenu kvantifikaciju njihovog intenziteta i značajnosti,

(4) Utvrđivanje sličnosti i uzročno-posledičnih veza između poslova i zadataka vitalnih funkcija preduzeća,

(5) Izbor najadekvatnije organizacione forme u odnosu na dominantne kriterijume,

(6) Formiranje optimalnih homogenih podsistema koji mogu uspešno da se integrišu u sistem preduzeća,

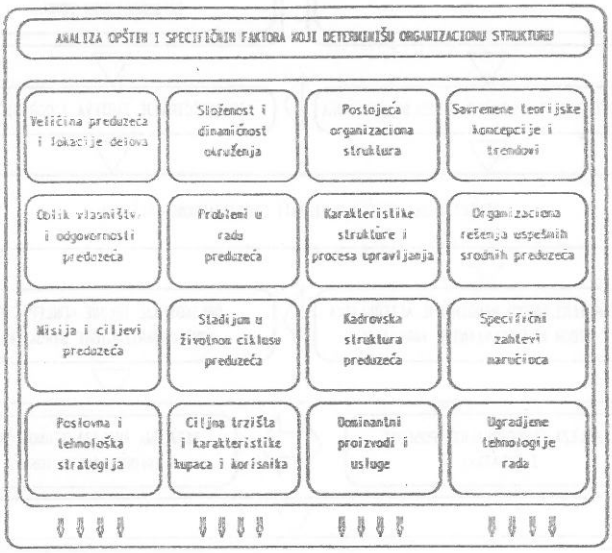
(7) Testiranje, usaglašavanje i podešavanje strukture do oblika koji će svojim strukturnim karakteristikama omogućavati efektivno i efikasno postizanje opšte prihvaćenih i specifičnih poslovnih i proizvodnih ciljeva, strategija i programa ([8], [10], [13], [18], [23], [24]),

(8) Ispitivanje mogućnosti i načina da projektovana struktura stvarno zaživi i oblikovanje scenarija za njeno neometano uvođenje.

Bilo koji pristup projektovanju organizacionih struktura koji pretenduje na generisanje valjanih rešenja bi morao da sadrži odgovarajuće metodološki razrađene i povezane postupke koji na zadovoljavajući način mogu da reše navedene probleme.

3.0 CILJ RADA

Osnovni cilj rada je da prikaže i obrazloži jednu relativno celovitu i originalnu koncepciju projektovanja organizacionih struktura koja se može primeniti u slučajevima projektovanja potpuno novih preduzeća, kao i u slučajevima reorganizacije postojećih.



Slika 1.

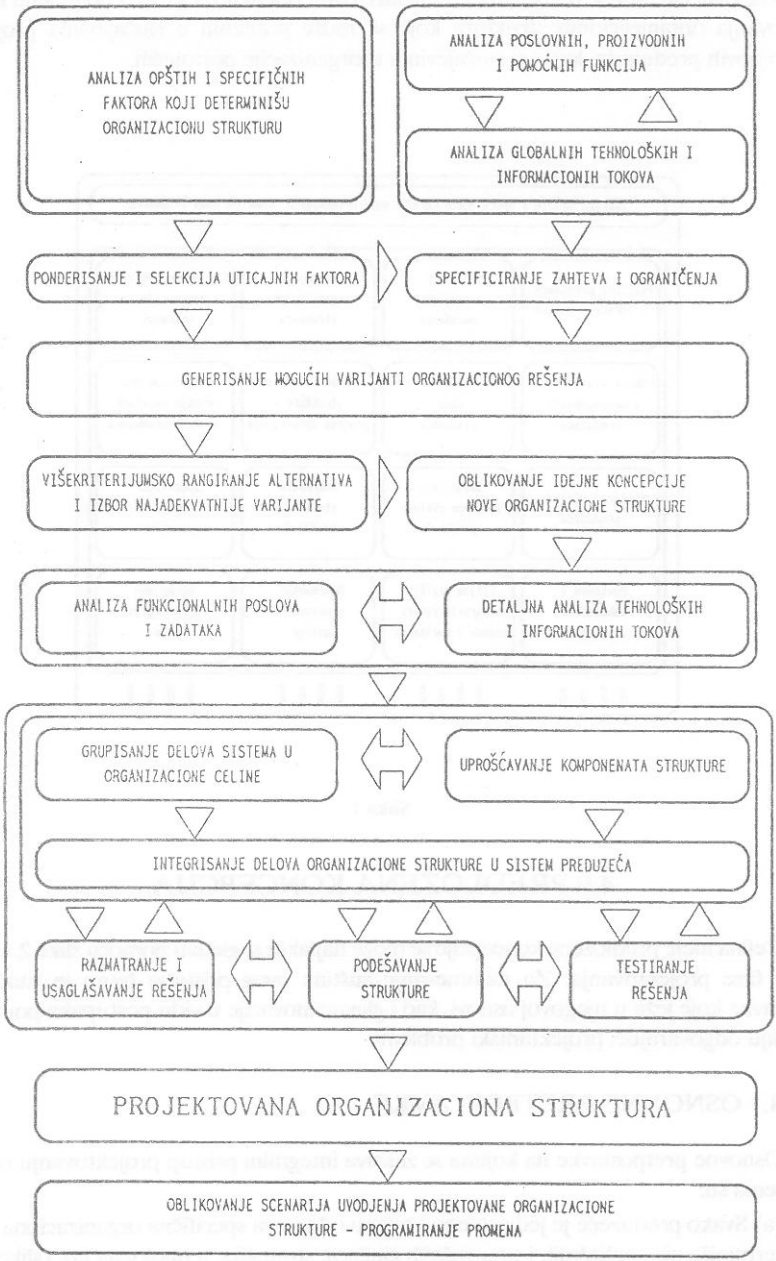
4.0 PREDLOŽENA KONCEPCIJA

Celina ideje predložene koncepcije se može najlakše sagledati pomoću slike 2. koja sadrži osnovne faze projektovanja. Za razumevanje suštine ovog pristupa bitno je istaći polazne pretpostavke koje leže u njegovoj osnovi, kao i glavne inovacije u vidu postupaka pomoću kojih se rešavaju odgovarajući projektantski problemi.

4.1 OSNOVNE PRETPOSTAVKE

Osnovne pretpostavke na kojima se zasniva integralni pristup projektovanju organizacionih sistema su:

(a) Svako preduzeće je jedinstveno i njemu odgovara specifična organizaciona struktura koju determiniše niz spoljašnjih i unutrašnjih činilaca, strategija, tehnologija itd. (slike 1. i 2.),


ANALIZA OPŠTIH I SPECIFIČNIH FAKTORA KOJI DETERMINIŠU ORGANIZACIONU STRUKTURU
ANALIZA POSLOVNIH, PROIZVODNIH I POMOĆNIH FUNKCIJA
ANALIZA GLOBALNIH TEHNOLOŠKIH I INFORMACIONIH TOKOVA
PONDERISANJE I SELEKCIJA UTICAJNIH FAKTORA
SPECIFICIRANJE ZAHTEVA I OGRANIČENJA
GENERISANJE MOGUĆIH VARIJANTI ORGANIZACIONOG REŠENJA
VIŠEKRITERIJUMSKO RANGIRANJE ALTERNATIVA I IZBOR NAJADEKVATNIJE VARIJANTE
OBLIKOVANJE IDEJNE KONCEPCIJE NOVE ORGANIZACIONE STRUKTURE
ANALIZA FUNKCIONALNIH POSLOVA I ZADATAKA
DETALJNA ANALIZA TEHNOLOŠKIH I INFORMACIONIH TOKOVA
GRUPISANJE DELOVA SISTEMA U ORGANIZACIONE CELINE
UPROŠĆAVANJE KOMPONENATA STRUKTURE
INTEGRISANJE DELOVA ORGANIZACIONE STRUKTURE U SISTEM PREDUZEĆA
RAZMATRANJE I USAGLAŠAVANJE REŠENJA
PODEŠAVANJE STRUKTURE
TESTIRANJE REŠENJA
PROJEKTOVANA ORGANIZACIONA STRUKTURA
OBLIKOVANJE SCENARIJA UVODJENJA PROJEKTOVANE ORGANIZACIONE STRUKTURE - PROGRAMIRANJE PROMENA

Slika 2.

UPRAVLJANJA	FORMALNI-BIROKRATSKI ("MEHANIČKI")									
NAGLAŠENA INTEGRACIJA/DIFERENC.	INTEGRACIJA									
	SPECIJALIZACIJA/DIFERENCIJACIJA									
STEPEN CENTRALIZACIJE/DECENTRAL.	DECENTRALIZOVANA									
	CENTRALIZOVANA									
OSNOVNA STRUKTURNA FORMA	MATRIČNA									
	DIVIZIONA									
	FUNKCIONALNA									
STRATEGIJE	usmerenost na strukturu i smanjenje troškova						•		•	
	diferencijacija od glavnih konkurenata					•		•		•
	ograničeni prozvodi/tržišta	•			•			•		
	razvoj tržišta	•					•	•		
	vertikalna integracija / diverzifikacija		•			•	•	•		
TEHNOLOGIJA	zasebni tehnološki procesi		•							
	integrisani tehnološki procesi	•								
	masovna proizvodnja				•				•	
	nestandardizovana proizvodnja					•				•
	kompleksna tehnologija				+	+	•	•		•
	orijentisanost inovacijama						•	•		•
TIP PREDUZEĆA	veća preduzeća		•			•	•	•		
	odgovornost prema okruženju				•			•	•	
	preduzeće usmereno na "odbranu"	•			•		•		•	
	preduzeće usmereno na traženje novih mogućnosti		•			•		•		•
OKRUŽENJE	jednostavno /stabilno				•					
	dinamično				+	+		•		•
	složeno			•		•	•		+	+
	sa izraženom konkurencijom				+	+		•		
	neprijateljski nastrojeno				•					
	multinacionalno			•		•				

Slika 3.

zasnovanih na međusobnom poređenju značajnosti svih relevantnih faktora razmatranih u kontekstu konkretne situacije ([7], [12], [19]),

(c) U svakoj specifičnoj situaciji od širokog spektra razmatranih faktora dominantan uticaj na konfiguraciju organizacione strukture uvek ima manji broj značajnijih faktora ([2], [7], [12]),

(d) U oblikovanju organizacione strukture važno je koristiti i ekspertske preporuke (slika 3.) i kvantitativne postupke analize tokova, sličnosti poslova i drugo ([1], [4], [5], ..., [14], [16], [18], [20], ..., [24]),

(e) Neke preporuke, kao i rezultati analiza mogu biti prividno ili direktno protivrečni (na primer: velika preduzeća treba decentralizovati uz istovremeno pojačavanje mehanizma integracije), ali se kao takvi moraju ugraditi u dalje razmatranje,

(f) Principi grupne tehnologije se mogu generalizovati i primeniti u vidu opšteg modela grupisanja poslova i funkcionalnih zadataka,

(g) Grupisanje organizacionih celina (podsistema) se može izvršiti veoma egzaktno na osnovu kvantifikovanja intenziteta i značajnosti tokova i stepena sličnosti poslova i putem primene odgovarajućih funkcija sličnosti/različitosti i algoritama klaster analize ([4], [9], [11], [12]).

4.2 GLAVNE INOVACIJE

Pored same integralne koncepcije koja na originalan način sintetizuje različite pristupe projektovanju organizacionih struktura, glavne inovacije se sastoje u sledećem:

- Ekspertsko ocenjivanje stepena značajnosti svih uticajnih faktora putem primene analitičkog hijerarhijskog procesa [7] u skladu sa realnim okruženjem i resursima konkretnog preduzeća,
- Selekcija faktora na grupu dominantnih i grupu zanemarljivih primenom višekriterijumske ABC ili ZZ analize,
- Višekriterijumsko rangiranje alternativnih varijanti organizacionog rešenja pomoću višekriterijumske neparametarske metode [3],
- Analiza informacionih tokova između elemenata strukture sa stanovišta frekvencije (f_{ij}), stepena značajnosti (z_{ij}) i potrebe za intenziviranjem veza (p_{ij}) preko funkcije:

$$V_{ij}^{inf} = f_{ij} \cdot \left[1 + \frac{Z_{ij}}{Z_{\max}} \cdot (1 - r_{fz}) \right] \left[1 + \frac{p_{ij}}{p_{\max}} \cdot (1 - r_{fp})(1 - r_{zp \cdot f}), \right]$$

gde su: r_{fz}, r_{fp} i $r_{zp \cdot f}$ odgovarajući koeficijenti korelacije između kriterijumskih varijabli f_{ij}, z_{ij} i p_{ij},

- Višekriterijumsko grupisanje delova sistema u organizacione celine generalizovanom metodom autora izloženom u [4].

**U pripremi je posebna publikacija i softver koji podržava ove dve analize*

U radu je dat prikaz integralnog pristupa projektovanju organizacionih struktura koji ima sledeća glavna svojstva:

(1) Uticajni činioci koji determinišu organizacionu strukturu se ne eliminišu a priori već se selekcionišu u postupke analize.

(2) Idejna koncepcija organizacione strukture se dobija na bazi višekriterijumskog rangiranja nekoliko alternativnih varijanti.

(3) Detaljna analiza tehnoloških i informacionih tokova se sprovodi kao kvantitativna analiza i služi kao podloga za optimalno grupisanje organizacionih podsistema primenom teorije grafova i multivarijantne višefazne klaster analize.

(4) Razmatrani pristup je relativno fleksibilan, ali njegovi pojedini segmenti zahtevaju odgovarajuću softversku i računarsku podršku.

6.0 LITERATURA

[1] Adižes, I., ŽIVOTNI CIKLUSI PREDUZEĆA, NIP "Politika" i Savez inženjera i tehničara Jugoslavije, Beograd, 1991.

[2] Carić, N., Stankovski, S., JEDAN PRISTUP SELEKCIJI DOMINANTNIH VARIJABLI U PROBLEMIMA VIŠEKRITERIJUMSKOG ODLUČIVANJA, Produktivnost, XXX, 1989, Br. 2., 201-207

[3] Carić, N., VIŠEKRITERIJUMSKA NEPARAMETARSKA METODA ZA IZBOR OPREME U SLOŽENIM SLUČAJEVIMA, Zbornik radova IV Naučno-stručnog skupa "Fleksibilne tehnologije - MMA'90, Novi Sad, 1990., 99-110

[4] Carić, N., Horvat, Z., Zelenović, D., A NEW FLEXIBLE DESIGN METHOD FOR CELLULAR MANUFACTURING BASED ON UNIVERSAL COMPLEX WEIGHTED DISSIMILARITY FUNCTION, Proceedings of the XIth ICPR 1991, (Ed. Li Ming), Taylor & Francis, New York - China Machine Press, Beijing, 1991., 169-175

[5] Duncan, R., WHAT IS THE RIGHT ORGANIZATION STRUCTURE?, Organizational Dynamics, 1979, 7(3), 59-79

[6] Ford, C.R., Armandi, R.B., Heaton, P.C., ORGANIZATION THEORY - An Integrative Approach, Harper & Row Publishers, New York, 1988.

[7] Golden, B.L., Wasil, E.A., Harker, P.T. (Eds.), THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS, Springer-Verlag, Berlin, 1989.

[8] Hanna, P.D., DESIGNING ORGANIZATIONS FOR HIGH PERFORMANCE, Addison- Wesley Publishing Co., Reading, Mass., 1988.

[9] Jain, K.A., Dubes, C.R., ALGORITHMS FOR CLUSTERING DATA, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1988.

[10] Johnson, G., Scholes, K., EXPLORING CORPORATE STRATEGY, Prentice Hall, London, 1989.

[11] Kaufman, L., Rousseeuw, J.P., FINDING GROUPS IN DATA, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1990.

[12] Krzanowski, J.W., PRINCIPLES OF MULTIVARIATE ANALYSIS, Oxford University Press, Oxford, 1988.

[13] Mackenzie, D.K., ORGANIZATIONAL DESIGN, Ablex Publishing Corporation, Norwood, N.J., 1986.

[14] Nystrom, C.P., Starbuck, H.W., (Eds.), HANDBOOK OF ORGANIZATIONAL DESIGN, Vol. 1. & Vol. 2., Oxford University Press, Oxford, 1984.

[15] Pahl, G., Beitz, W., ENGINEERING DESIGN, The Design Council, London, 1984.

[16] Pasmore, A.W., DESIGNING EFECTIVE ORGANIZATIONS - The Sociotechnical Systems Perspective, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1988.

[17] Pugh, S., TOTAL DESIGN, Addison Wesley Publishing Co., Workingham, 1991.

[18] Robbins, P.S., ORGANIZATION THEORY - Strucyure, Design and Applications, 2nd Ed., Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1987.

[19] Roberts, S.F., MEASUREMENT THEORY, Cambridge University Press, 1984.

[20] Schultheiss, E.E., OPTIMIZING THE ORGANIZATION, Ballinger Publishing Co., Cambridge, Mass., 1988.

[21] Wallace, H.R., Stockenberg, E.J., Charette, N.R., A UNIFIED METHODOLOGY FOR DEVELOPING SYSTEMS, Intertext Publications Inc., New York, 1987.

[22] Zelenović, D., PROJEKTOVANJE PROIZVODNIH SISTEMA, Naučna knjiga, Beograd, 1987.

[23] Zelenović, D., PRILOG RAZVOJU EFEKTIVNE ORGANIZACIJE PROCESA RADA PRIVREDNIH SISTEMA, Jugoslovensko savetovanje "Organizacija i funkcio- nisanje radnih organizacija", Sarajevo, 1988.

[24] Zelenović, D., U PET KORAKA KA PROIZVODNOM SISTEMU SA BUDUĆNOŠĆU, (uvodno izlaganje), Naučna konferencija "Industrijski sistemi - IS'90", Novi Sad, 1990., 45-74

INVESTICIJE I MENADŽMENT

Mr. Branislav Marić, dipl.maš.inž.,
direktor Direkcije za ekonomiku investicija
Vojvođanske banke dd i asistent FTN u Novom Sadu,
Institut za industrijske sisteme

REZIME

Rad prikazuje osnovne veze i sličnosti između savremenog menadžmenta i procesa investiranja kao pokretača napretka društva.

INVESTMENT AND MANAGEMENT
ABSTRACT

The paper shows basic connections and similarities between contemporary management and process of investment as the motive power of future progress of society.

1. UVOD

Investiranje kao proces koji je osnovni pokretač napretka svakog društva i čijim se postojanjem obezbeđuje budućnost sistema, najbolje je posmatrati u sklopu preduzeća, organizacije i menadžmenta kao osnovnih jedinki društva, jer se u rezultatu organizovanja a u formi objedinjavanja poslovnih radnih aktivnosti, odnosno menadžmenta kao sistema upravljačkih funkcija, postižu najbolji efekti.

Kako se pod menadžmentom podrazumeva način efikasnog i efektivnog korišćenja resursa za postizanje željenih rezultata, i kako su upravljački procesi:

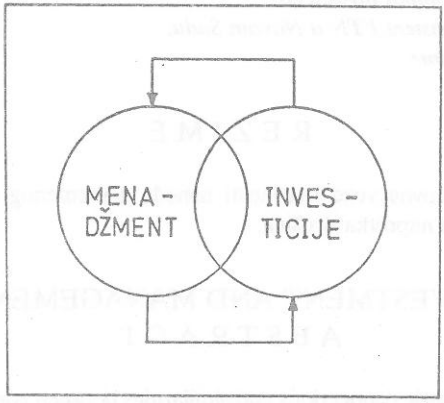
- planiranje,
- organizovanje,
- rukovođenje, i
- kontrolisanje,

osnova svakog menadžmenta, to se i investiranje kao suštinski proces razvoja i opstanka sistema nalazi u ovom domenu. No, i menadžment je po pravilu posledica nekog prethodnog investiranja, pa su ovi pojmovi, odnosno ove dve celine praktično neodvojive (slika 1.).

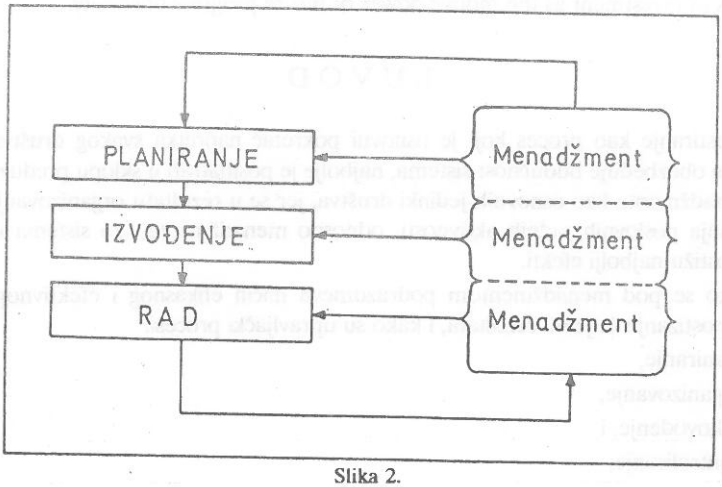
2. FAZE INVESTIRANJA I MENADŽMENT

Investicije kao deo menadžmenta moguće je posmatrati u tri faze:

- faza PLANIRANJA - Izrada investicionih programa i investiciono-tehničke dokumentacije, utvrđivanje planskih veličina i efekata,
- faza IZVOENJA - Izgradnja objekata, nabavka i montaža opreme, obezbeđenje kadrova,
- faza R A D A - Probni rad, normalan rad, ostvarivanje akumulacije za nove investicije, gde u interakciji sa menadžmentom stvaraju novu upotrebnu vrednost (slika 2.).



Slika 1.



Slika 2.

Efikasan sistem menadžmenta pretpostavlja jasnu podelu rada, kompetentnost u donošenju odluka, stručnost i autoritet rukovodilaca, kvalitetne informacije, odgovarajuću komunikaciju između subjekata, i koordinaciju aktivnosti. U osnovi, za menadžment i investicije moguće je uspostaviti zajedničku strukturu kao na slici 3.

Nadalje, neophodno je nešto reći i o kvalitetu menadžmenta koji predstavlja nužan preduslov uspešnog poslovanja i investiranja. Kvalitet menadžmenta se definiše kao njegova sposobnost da organizuje kadrove, sirovine, kapitalna dobra i druge resurse u stvaranje zadovoljavajućeg protoka roba, usluga i dobiti. Efikasan menadžment sagledava i iskorišćava nove mogućnosti, obavlja pravovremena prilagođavanja u proizvodnji kao odgovor na promene na tržištu u potrazi za novim proizvodima, obezbeđuje potrošače kvalitetom, uslugom i cenom svojih proizvoda.

AKTIVNOST	MENADŽMENT	INVESTICIJE
PLANIRANJE	Cilj preduzeća	Cilj investiranja
- odlučivanje	Pravac delovanja iz skupa različitih alternativa	
ORGANIZOVANJE - podela rada	Koordinacija aktivnosti i resursa	U fazi pripreme U fazi izvodenja
	Na funkcije i službe	U fazi rada
- odnosi autoriteta	U preduzeću	U fazi rada
- kontrola	U preduzeću	U svim fazama
- koncept izvršenja radnih zadataka	U preduzeću	U fazi rada
RUKOVODENJE - liderstvo - motivacija - komunikacija - koordinacija	Unapredenje interesa preduzeća	U svim fazama
KONTROLISANJE - fizičkih resursa - ljudskih resursa - informacionih resursa - finansijskih resursa	U cilju održavanja kvaliteta	U svim fazama

Slika 3.

Kvalitetan menadžment, sa istim zahtevima, neophodan je i u procesu investiranja. Kako investiranje predstavja preduzimanje niza koraka u sadašnjosti, i to u pravom trenutku, koji vode ka uspešnoj budućnosti, dobar menadžment treba da poseduje i vizionarstvo, jer je za uspešno privređivanje i gradnju sigurne budućnosti neophodno odgovorno donositi odluke, spremno ulaziti u poslovni rizik i posedovati entuzijazam, energiju i agresivnost.

U procenjivanju objektivnih svojstava menadžmenta moguće je takođe povući paralelu između ove oblasti i investiranja. Tako je:

A T R I B U T	MENADŽMENT	INVESTIRANJE
OSNOVNI PODACI O RUKOVODIOCIMA - kvalifikacija - starost - napredovanje - aktivnosti - sklonosti itd.	B i t n o	Poželjno za budućnost
POZICIJA PREDUZEĆA U OKRUŽENJU - na tržištu - produtivnost - ekonomičnost - rentabilnost - dobit	Procena objektivnosti	Obaveza ugradnje u projekat
STRATEŠKO PLANIRANJE	Odlika menadžmenta	Deo investicione politike
SPOSOBNOST RAZVOJA	Odlika menadžmenta	Osnovni moto investiranja
PRIMENA SAVREMENOG ZNANJA	Potreba menadžmenta	Potreba investiranja

3. ZAKLJUČCI

Analizirajući karakteristike i odlike savremenog menadžmenta i upoređujući ih sa procesom i delovima investiranja, može se zaključiti da su investiranje i menadžment dve oblasti koje se međusobno prepliću i gde je često nemoguće razgraničenje jedne od druge. Zahtevi koje forsira savremeni menadžment obavezni su deo i procesa investiranja u istom ili modifikovanom obliku.

Sledeći razvoj menadžmenta u oblastima:

- organizacije,
- planiranja,
- politici rasta,
- finansijama,
- personalu,
- nagrađivanju,
- tržištu,
- proizvodnji i
- komunikacijama,

te razvijajući konsalting usluge, moguće je podići nivo znanja u svim oblastima privrede, koji će voditi ka efikasnijem investiranju i bržem napretku društva, što je i osnovni cilj menadžmenta.

4. LITERATURA

[1] Stanivuković, D., Carić, N., Marić, B., ORGANIZACIJA I MENADŽMENT, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1991.

[2] Grupa autora, METODOLOGIJA ANALIZE KREDITNE SPOSOBNOSTI PREDUZEĆA, Beogradska banka dd - Centar za ekonomska istraživanja i obuku kadrova, Beograd, 1990

ВОЈВОЂАНСКА БАНКА

БАНКА УНИВЕРЗИТЕТА У НОВОМ САДУ