



ICPR'81

VI INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRODUCTION RESEARCH
VI MEĐUNARODNA KONFERENCIJA ZA PROIZVODNA ISTRAŽIVANJA

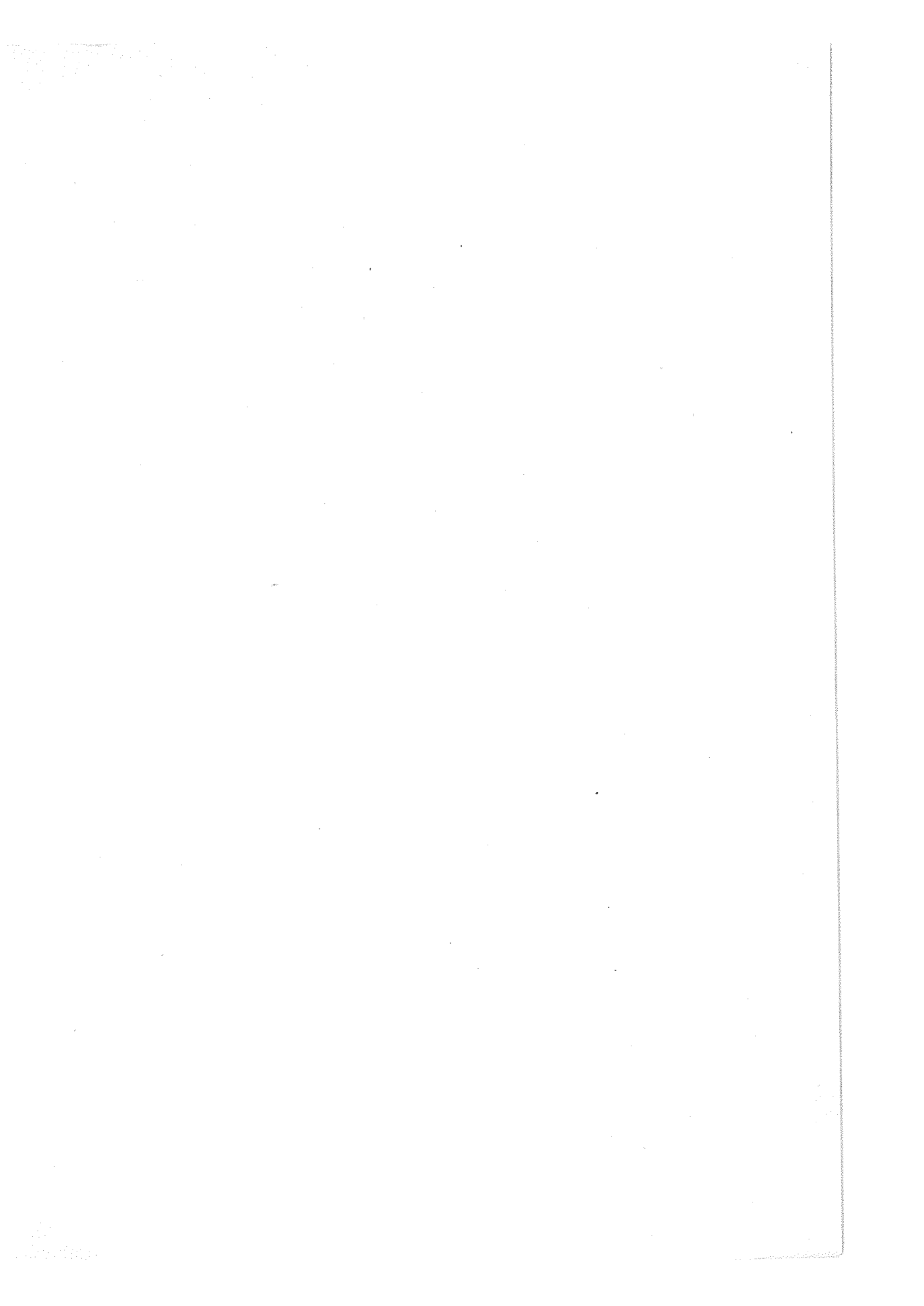
XV SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA JUGOSLAVIJE
III NAUČNO-STRUČNI SKUP EFEKTIVNOST TEHNIČKIH SISTEMA

ZBORNİK RADOVA



Novi Sad, 24 – 29. avgust 1981.







ICPR'81

VI INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRODUCTION RESEARCH
VI MEĐUNARODNA KONFERENCIJA ZA PROIZVODNA ISTRAŽIVANJA

XV SAVETOVANJE PROIZVODNOG MAŠINSTVA JUGOSLAVIJE
III NAUČNO-STRUČNI SKUP EFEKTIVNOST TEHNIČKIH SISTEMA

ZBORNİK RADOVA

Novi Sad, 24 – 29. avgust 1981.

Preštampavanje i umnožavanje dozvoljeno uz predhodnu saglasnost
izdavača.

Izdavač: FTN - OOUR Naučno-obrazovni institut za INDUSTRIJSKE
SISTEME, Novi Sad, V. Vlahovića 3.

Tiraž : 800 primeraka

Štampa: FTN - OOUR štamparija za grafičku delatnost, Novi Sad,
V. Vlahovića 3

PREDGOVOR

Savetovanja proizvodnog mašinstva i naučni skup Efektivnosti tehničkih sistema u Jugoslaviji održavaju se redovno i postali su tradicionalni. Na savetovanjima proizvodnog mašinstva se izlažu radovi iz ove značajne oblasti, pri čemu se za svako savetovanje izdvajaju, najčešće, tri najaktuelnija područja.

Zaključno sa 1980. godinom održano je četrnaest nacionalnih skupova:

- I Beograd, 1965. godine
- II Zagreb, 1966. godine,
- III Ljubljana, 1967. godine
- IV Sarajevo, 1968. godine
- V Kragujevac, 1969. godine,
- VI Opatija, 1970. godine
- VII Novi Sad, 1971. godine
- VIII Ljubljana, 1973. godine
- IX Niš, 1974. godine
- X Beograd, 1975. godine
- XI Ohrid, 1977. godine
- XII Maribor, 1978. godine
- XIII Banja Luka, 1979. godine i
- XIV Čačak, 1980. godine.

Naučni skup Efektivnost tehničkih sistema - EFTES, održava se svake treće godine u Novom Sadu u organizaciji Instituta za industrijske sisteme Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

Do sada su održana dva skupa:

- I EFTES '75. - 1975. godine i
- II EFTES '78. - 1978. godine

Odlukom Jugoslovenske zajednice naučnoistraživačkih institucija proizvodnog mašinstva i Organizacionog odbora Trećeg naučnog skupa Efektivnost tehničkih sistema - EFTES '81, XV Savetovanje proizvodnog mašinstva i Treći naučni skup Efektivnost tehničkih sistema - EFTES '81, održaće se ove godine u okviru VI Međunarodne konferencije za proizvodna istraživanja (VI International Conference on Production Research - ICPR '81), koju organizuje

II

Institut za industrijske sisteme, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu
od 24. do 29. avgusta 1981. godine u Novom Sadu.

U okviru ova tri značajna naučna skupa razmatraće se tri osnovna područja:

1. EFEKTIVNOST PROIZVODNIH SISTEMA

- 1.1. Tehnologija obrade i montaže
- 1.2. Oblikovanje proizvodnih tokova
- 1.3. Grupna tehnologija
- 1.4. Upravljanje proizvodnim sistemima
- 1.5. Primena CAD/CAM tehnologija
- 1.6. Automatizacija procesa rada
- 1.7. Industrijska robotika
- 1.8. Operativna gotovost, pouzdanost i fleksibilnost proizvodnih sistema

2. ORGANIZACIJA, SAMOUPRAVLJANJE I PARTICIPACIJA

- 2.1. Uticaj organizacije rada na izlazne veličine proizvodnih sistema
- 2.2. Procesi donošenja odluka i motivacija
- 2.3. Samoupravljanje i participacija u proizvodnim sistemima

3. BUDUĆNOST RADA I TEHNOLOŠKA PREDVIĐANJA

- 3.1. Nove tehnologije
- 3.2. Promene strukture rada
- 3.3. Tehnološka predviđanja

Foto konferencije je:

BOLJA PROIZVODNJA PUTEM VEĆE EFIKASNOSTI
VIŠEG KVALITETA I HUMANIJIH ODNOSA

Ovogodišnji skup u Novom Sadu će omogućiti široku razmenu mišljenja poznatih stručnjaka iz zemlje i sveta o pitanjima od suštinskog značaja za razvoj privrednih aktivnosti u svim zemljama sveta. Bolje razumevanje ljudi sa različitih prostora uz upoznavanje istraživačkih napora zemalja učesnica je verovatno i najveći doprinos VI Međunarodne konferencije za proizvodna istraživanja, XV Savetovanja proizvodnog mašinstva i III Naučnog skupa Efektivnost tehničkih sistema u ukupnom razvoju društvenih sistema.

III

SADRŽAJ

	Strana
S-01 ANALIZA UTICAJA VREMENA I STRATEGIJE ODRŽAVANJA NA RASPOLOŽIVOST SLOŽENOG SISTEMA (Ž. Ž. Adamović)-----	1
S-02 SENZORI HABANJA U SISTEMIMA ADAPTIVNOG UPRAVLJA- NJA ALATNIM MAŠINAMA (S.M. Arsovski)-----	5
S-03 NEKI ASPEKTI IZRAČUNAVANJA PRELAZNIH VEROVATNOGA U M/M/1 SISTEMU MASOVNOG OPSLUŽIVANJA (B.S. Bačlić, D.D. Gvozdénac)-----	11
S-04 MODELIRANJE UPRAVLJANJA OPTIMALNIM RAZVOJEM PRO- IZVODNJE (Z.M. Bijelić)-----	17
S-05 NEKA ISKUSTVA U RAZVOJU I UVODJENJU KOMPJUTERSKI ORIJENTISANOG INFORMACIONOG SISTEMA ZA UPRAVLJA- NJE SLOŽENIM POSLOVNIM SISTEMOM (P. Bojanić, Z. Velikić)-----	21
S-06 RAZVOJ PROIZVODNJE ALATNIH MAŠINA PRIMENOM GRUPNE TEHNOLOGIJE (M. Bućan)-----	27
S-07 DALJI RAZVOJ SAMOUPRAVLJANJA U UDRUŽENOM RADU KOD NAS (S. Carić)-----	33
S-08 ISTRAŽIVANJE PARAMETARA MONTAŽNIH SISTEMA U USLOVI- MA PRIMENE POSTUPAKA GRUPISANJA (I. Ćosić, D. Zelenović)-----	39
S-09 PRIVREDNA ORGANIZACIJA KAO SLOŽENI DINAMIČKI SISTEM I PITANJA PARTICIPACIJE I SAMOUPRAVLJANJA (D. Čalić)-----	49

IV

S-10	RAZVOJNE TENDENCIJE SAMOUPRAVNE ORGANIZACIJE UDRUŽENOG RADA (A. Denona)-----	57
S-11	ANALIZA POUZDANOSTI OSTVARENJA ZAVISNOSTI DE- FORMACIJE I TVRDOĆE PRI ZATEZANJU (V. T. Domazetović)-----	67
S-12	RACIONALIZACIJA U PROCESU OPREMANJA STROJARNI- CE BRODA (K. Dulčić) -----	71
S-13	KRITERIJUMI ZA VREDNOVANJE EFEKTIVNOSTI SISTEMA (R. Djipanov)-----	77
S-14	AUTOMATSKO PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKOG PROCESA ZA NUMERIČKI UPRAVLJANE MAŠINE ALATKE ZA OBRADU STRUGANJEM, PRIMENOM SAPOR-S SISTEMA (R. Gatalo, J. Rekecki, J. Hodolič, Lj. Borojev, M. Zeljković, V. Milošević, Z. Konjović, D. Mal- baški)-----	83
S-15	ISTRAŽIVANJE EFEKTIVNOSTI VOZILA ZA ODRŽAVANJE PRUGA I POSTROJENJA U ŽELEZNIČKOM TRANSPORTNOM SISTEMU (I. Hadžiosmanović, L. Jahić, I. Hajdarević)-----	91
S-16	RADNIČKO SAMOUPRAVLJANJE (B. Horvat)-----	101
S-17	POVEĆANJE VREMENSKOG ISKORIŠĆENJA PROIZVODNOG SISTEMA KORISĆENJEM ZASTOJA ZA IZVODJENJE RADO- VA ODRŽAVANJA (S. Ivković)-----	107
S-18	MOTIVACIJA ZA KVALITETU (P. Jerković, Ž. Djurašević)-----	111
S-19	MEDJUZAVISNOST TEHNOLOŠKOG RAZVOJA I RAZVOJA DRUŠTVENOG SISTEMA (N. Jovanov)-----	117

S-20	NEKE SPECIFIČNOSTI INFORMACIONOG SISTEMA PROIZVODNE ORGANIZACIJE UDRUŽENOG RADA USLOVLJENE SOCIJALISTIČKIM SAMOUPRAVNIM DRUSTVENO-EKONOMSKIM ODNOSIMA (T. Jovanović, D. Obradović)-----	121
S-21	MODEL ISTRAŽIVANJA NIVOA TEHNOLOGIJE PRO- IZVODNJE U METALNOJ INDUSTRIJI (M. Jurković, S. Živanović, S. Zrnić)-----	129
S-22	AUTONOMNA RADNA GRUPA KAO OSNOVNA ĆELIJA SAMOUPRAVLJANJA (Z. Kaltnekar)-----	135
S-23	UTICAJ PRAVILA PRIORITETA NA USPJESNOST IZVODJENJA PROCESA PROIZVODNJE U UVJETIMA PRIMJENE KOMPJUTERSKOG POSTUPKA ZA TERMI- NIRANJE KAPACITETA (I. Karabaić)-----	141
S-24	ORGANIZACIJSKI PRISTUP KLASIFIKACIJI U PRO- IZVODNIM PROCESIMA PRERADE METALA (F. Kekez)-----	145
S-25	MODELIRANJE I PROGNOZIRANJE STOHAŠTIČKIH PROCESA (E. Kocuvan)-----	151
S-26	STUDIJ REZALNEGA PROCESA PRI VRTANJU NERJAVNEGA JEKLA (J. Kopač, Z. Seljak)-----	157
S-27	SISTEMSKI PRILAZ PRIMENI VISEFAKTORNOG PLANA EKSPERIMENTA NA KVALITET OBRADJENE POVRŠINE PRI ZAVRSNOJ OBRADI NA STRUGU (P.P. Kovač, S. St. Sekulić)-----	163
S-28	DEFINISANJE ZAVISNOSTI SPECIFIČNOG DEFOR- MACIONOG OTPORA MESSINGA M _s 63 OD UTICAJNIH FAKTORA (R. Kovačević, P. Funke, J. Stanić)-----	171

VI

S-29	UTICAJ PLANSKIH POPRAVKI NA POUZDANOST (Ž. Krsteski)-----	177
S-30	ZNAČILNOSTI OBRADJE NA REZALNEM ROBU ORODJA IZ KARBIDNIH TRDIN PRI REZANJU JEKEL ZA AFTOMATE (P. Leskovar, J. Grum)-----	181
S-31	GRUBO PLANIRANJE U UPRAVLJANJU POJEDINAČ- NOM I MALOSERIJSKOM INDUSTRIJOM (N. Majdandžić)-----	191
S-32	HIJERARHIJSKO DEKOMPONOVANJE U PREPOZNAVANJU OBLIKA (M. Milačić)-----	205
S-33	JUPITER - SISTEM KAO INTEGRALNI KONCEPT SIS- TEMA ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNOM U INDUSTRIJ- SKIM USLOVIMA (V. R. Milačić)-----	211
S-34	TEMPERATURE NA KARAKTERISTIČNIM MESTIMA REZNE PLOČICE I NJIHOVA VEZA SA HABANJEM ALATA (D. Milikić)-----	219
S-35	OCENA POKAZATELJA POUZDANOSTI MAŠINSKIH SISTE- MA NA OSNOVU MODELIRANJA (V. Dj. Miltenović, M. V. Velimirović)-----	225
S-36	RAZVOJ TEHNOLOGIJE I ALATA ZA DUBOKO BUŠENJE (R. Mitrović, D. Nešić)-----	231
S-37	POUZDANOST I ZEMLJA U RAZVOJU (Z. Modrić)-----	237
S-38	UTICAJ RASPODELE PRITISAKA U KLIZNIM POVRŠI- NAMA NA STICK-SLIP EFEKT (H. Muren)-----	241
S-39	OPTIMIZACIJA KOLIČINSKOG UČINKA NA MAŠINSKO- RUČNOM RADNOM MJESTU (V. Otašević, B. Čorić, V. Višekruna)-----	245

VII

S-40	PROCES DONOŠENJA ODLUKA U SAMOUPRAVLJANJU (M. Pajvančić)-----	251
S-41	ANALIZA EKONOMSKOG PERIODA REZANJA KOD OBIČ- NOG REZANJA SA JEDNIM ALATOM (A. Perić)-----	255
S-42	RAZVOJ CAM SISTEMA U SOUR RADE KONČAR (D. Petrović, T. Saik)-----	261
S-43	KOMPLEKSNA KONTROLA KARAKTERISTIKA KVALITE- TA REZNOG ALATA (B.Z. Popović, M.D. Pavlović)-----	267
S-44	ANALIZA OSNOVNIH RAZLIKA IZMEDJU KLASIČNOG PREDUZEĆA I ORGANIZACIJE UDRUŽENOG RADA (S. Radlovački, B. Marić)-----	273
S-45	OPTIMALNI ALGORITAM ZA KONTROLU KVALITETA PRIMOPREDAJNIKA U VHF I UHF OPSEGU (T.R. Rallis)-----	279
S-46	OPTIMIZACIJA VIŠESTEPENASTE PROIZVODNJE UZ KONSTANTNE KAPACITETE (M. Rant)-----	285
S-47	SLUŽBA KONTROLE KVALITETA U USLOVIMA ELEK- TRONSKE OBRADNE PODATAKA (V. B. Ristić)-----	289
S-48	UPRAVLJANJE PROCESA I SISTEM OSIGURAVANJA KVALITETA U ŽELEZARNI RAVNE (J. Rodić)-----	299
S-49	OPERATIVNA GOTOVOST TEŠKIH VOZILA NA POVRŠIN- SKIM KOPOVIMA (S. Ružanović, J. Todorović)-----	303
S-50	TROŠKOVI ALATA I UKUPNI TROŠKOVI OBRADNE U FUNKCIJI POUZDANOSTI ALATA KOD PROTOČNIH AUTOMATSKIH LINIJA (S. St. Sekulić)-----	309

VIII

S-51	GLADILNA OBDELAVA POBOLJŠANIH IN KALJENIH JEKEL S FREZANJEM (Z. Seljak, M. Soković)-----	315
S-52	ZAVISNOST REŽIMA VISOKOPRODUKTIVNOG PREDBRU- ŠENJA PUZA OD NJEGOVE GEOMETRIJE (P. M. Stanačev)-----	321
S-53	POVIŠENJE EFEKTIVNOSTI PROIZVODNIH LINIJA PRIMENOM STOHAŠTIČKE SIMULACIJE (D. Stanivuković, D. Malbaški, S. Kecojević)-----	327
S-54	PRILOG ANALIZI USLOVA ZA POVEĆANJE EFEKTIV- NOSTI U SAMOUPRAVNOM DRUŠTVU (F. Stanković)-----	333
S-55	POUZDANOST PROCESA SASTAVLJANJA TEHNIČKIH SISTEMA (V. Stevanović)-----	337
S-56	SVE DOK VLADA ZAKON TRŽIŠTA I ROBNE PROIZ- VODNJE, PROIZVODNI RAD JE JEDINO DRUŠTVENO KORISTAN RAD (Dj. Šćepančević)-----	341
S-57	PRISTOP K UPRAVLJANJU LJEVAONICE POMOČU RAČUNARA (J. Šegel)-----	345
S-58	PRIPREMA I PRISTUP POVEĆANJA STEPENA AVTOMA- TIZACIJE PROIZVODNOG PROCESA (A. Šostar, P. Šmarčan, A. Polajmar, J. Balič, N. Grbič, P. Leš)-----	351
S-59	TEHNOLOŠKO PREDVIDJANJE ELEMENATA RAZVOJA ALATNOG STROJA (Z. Stimac, M. Tomić)-----	357
S-60	UNIVERZALNI INTERATIVNI MODEL ODREĐIVANJA OPTIMALNIH REŽIMA REZANJA (V. Todić, D. Banjac, B. Sovilj)-----	363

IX

S-61	OPTIMIZACIJA POUZDANOSTI ALOCIRANIH METODOM "EFTES" (J. Todorović, G. Ivanović)-----	369
S-62	ORGANIZOVANOST, OPREMLJENOST I MOTIVISANOST POLJOPRIVREDNIH ORGANIZACIJA - USLOV ZA OS- TVARENJE POVIŠENIH EFEKATA U POLJOPRIVREDI JUGOSLAVIJE (D. Tomić)-----	375
S-63	POUZDANOST OPREME I METODOLOGIJA PLANIRANJA PROIZVODNJE I ODRŽAVANJA (D.M. Tomić)-----	381
S-64	FLEKSIBILNOST UPRAVLJANJA PROIZVODNIH SISTEMA (F.A. Turi)-----	385
S-65	MOGUĆNOSTI I OGRANIČENJA PRIMJENE PROJEKTNE OR- GANIZACIJE U PROIZVODNOJ PRAKSI U JUGOSLAVIJI (D. Vrhovnik)-----	389
S-66	ADAPTIVNO UPRAVLJANJE PROCESOM REZANJA POMO- ĆU PROMJENA TEMPERATURA NA POVRŠINI ALATA----- (D. Vukelja, A. Mišković)-----	397
S-67	PROBLEMI MATEMATIČKOG MODELIRANJA I UPRAVLJAN- NJA MANIPULACIONIM ROBOTIMA (M. Vukobratović)-----	403
S-68	PRILOG KOMPJUTERSKOM KONSTRUISANJU ROBOTA I MANIPULATORA (M. Vukobratović, V. Potkonjak, D. Hristić)-----	409
S-69	PRILOG STUDIJI PROJEKTOVANJA CENTRALNIH SIS- TEMA HLADJENJA ZA PROIZVODNJU ALATA METODOM VISOKOUČINSKOG BRUŠENJA (Lj. Zirojević)-----	415
S-70	INTEGRALNI TRANSPORTNI SISTEM PROCESA PRO- IZVODNJE I SKLADIŠTENJA (Dj. N. Zrnić, D. Savić)-----	419

X

S-71	SISTEM UPRAVLJANJA PROIZVODNIM PROCESOM (S. Zuber)-----	423
S-72	POSTAVLJANJE I VREDNOVANJE AKTIVNOSTI PRI KONSTRUISANJU PROIZVODA (I.P. Žugić, M.B. Zindović)-----	429
S-73	INTEGRALNA MOTIVACIJA (M. Carić)-----	435

ANALIZA UTICAJA VREMENA I STRATEGIJE
ODRŽAVANJA NA RASPOLOŽIVOST SLOŽENOG SISTEMA

ADAMOVIĆ Ž. ŽIVOSLAV

Metalurški kombinat Smederevo-Jugoslavija

U članku se razmatraju pouzdanost i raspoloživost tehničkih sistema pri čemu se naglašava da je strategija održavanja "po konstantnoj trajnosti" povoljnija od strategije održavanja "po konstantnom datumu". Izvršena je analiza vremena i dati osnovni izrazi za operativnu i ukupnu raspoloživost. Prikazani su dijagrami pouzdanosti, intenziteta otkaza i troškova održavanja.

1. U V O D

Rezultati istraživanja raspoloživosti složenih tehničkih sistema još nisu dovoljno poznati. Imajući to u vidu, a uzimajući u obzir da raspoloživost može biti prikazana u procentu vremena ispravnog funkcionisanja sistema, ili kao verovatnoća da u jednom trenutku vremena sistem bude u radnom stanju, prišlo se istraživanju na jednom broju tehničkih sistema u metalurgiji.

Kao motiv istraživanja može se navesti i to što je raspoloživost zavisna i od strategije preventivnog održavanja. Rezultati sprovedenih istraživanja dobijeni su u uslovima realne eksploatacije za tehničke sisteme (ovde su prikazani podaci za aglo-mašinu) koji svojom pouzdanošću utiču na proizvodnju koja dnevno vredi cca 10 mil.n.din.

2. ZAVISNOST OPERATIVNE I UKUPNE RASPOLOŽIVOSTI OD VREMENA

Raspoloživost tehničkog sistema u opštem slučaju može biti prikazana odnosom vremena

$$A = \frac{T_{or}}{T_{or} + T_z} \quad (1)$$

gde je: T_{or} - srednje vreme u radu,
 T_z - srednje vreme u otkazu.

Može se reći da je raspoloživost u direktnoj korelaciji sa kapacitetom iskorišćenja tehničkog sistema isključujući uzroke otkaza (kvara).

U opštem slučaju raspoloživost obuhvata:

- vlastitu raspoloživost A_V ,
- operativnu raspoloživost A_{OP} i
- ukupnu raspoloživost A_U ,

a iste se mogu računati

$$A_V = \frac{T_{oz}}{T_{oz} + T_{pog}} \quad (2)$$

$$A_{OP} = \frac{T_{op}}{T_{op} + T_{po}} \quad (3)$$

$$A_U = \frac{T_{op}}{T_{op} + T_{poč}} \quad (4)$$

gde je: T_{oz} - srednje vreme između otkaza,
 T_{po} - srednje tehničko vreme trajanja popravki,

T_{pog} - srednje tehničko vreme trajanja popravki nakon otkaza,

T_{op} - srednje vreme između dve uzastopne intervencije održavanja,

$T_{poč}$ - srednje vreme trajanja popravki uključujući i vreme čekanja.

Vreme kada treba izvesti preventivnu intervenciju održavanja, u ovom radu, je ono vreme kada su ukupni troškovi održavanja (din/čas) minimalni. Pri ovom se također vodilo računa i o veličinama pouzdanosti $R(T)$ i intenzitetu otkaza $\lambda(T)$.

Najveća operativna i ukupna raspoloživost za najmanje troškove održavanja (din/čas) može se izračunati:

- za preventivno održavanje "po konstantnom datumu" (D) (elementi se zamenjuju u napred planiranim momentima vremena nezavisno od "starosti" elemenata)

$$A_{OPD} = \frac{T(C_{D_{min}})}{T(C_{D_{min}}) + T_{pog} \cdot H_m + T_{pop}} \quad (5)$$

$$A_{U_D} = \frac{T(C_{D_{min}})}{T(C_{D_{min}}) + Tpoč(g) \cdot Hm + Tpoč(p)}, \quad (6)$$

gde je: $T(C_{D_{min}})$ - period rada kada su ukupni troškovi održavanja (din/h) minimalni,

T_{pop} - srednje tehničko vreme trajanja popravki za operacije preventivnog održavanja,

$Tpoč(g)$ - srednje vreme popravki uključujući i vreme čekanja - popravka nakon otkaza,

$Tpoč(p)$ - srednje vreme popravki uključujući i vreme čekanja - popravka u preventivnom zahvatu,

Hm - funkcija obnavljanja (srednji broj obnavljanja).

- za preventivno održavanje "po konstantnoj trajnosti" (T) (elementi se zamenjuju kada dostignu određeni vek trajanja)

$$A_{OP_T} = \frac{Top(C_{T_{min}})}{Top(C_{T_{min}}) + T_{pop} \cdot F(T) + T_{pop} \cdot R(T)}, \quad (7)$$

$$A_{U_T} = \frac{Top(C_{T_{min}})}{Top(C_{T_{min}}) + Tpoč(g) \cdot F(T) + Tpoč(p) \cdot R(T)}, \quad (8)$$

gde je: $Top(C_{T_{min}})$ - srednje vreme između dve uzastopne intervencije održavanja za period rada kada su ukupni troškovi održavanja (din/h) minimalni,

$F(T)$ - funkcija raspodele,
 $R(T)$ - funkcija pouzdanosti
 $(R(T) = 1 - F(T))$.

Prednji izrazi (5), (6), (7) i (8) mogu se koristiti i za računanje raspoloživosti za bilo koji vremenski period rada, a takodje za neke trenutne raspoloživosti sistema $A_{OP_D}^*$ i $A_{OP_T}^*$ može se računati i srednje vreme trajanja popravke (vreme obnavljanja sistema T_{pop}).

Ako se minimiziraju izrazi

$$\frac{T_{pop}}{T(C_D)} \cdot Hm + \frac{T_{pop}}{T(C_D)} = m_1 \quad (9)$$

$$\frac{T_{pop}}{Top(C_T)} \cdot F(T) + \frac{T_{pop}}{Top(C_T)} \cdot R(T) = m_2, \quad (10)$$

onda se može postići maksimalna raspoloživost, što je i osnovni cilj. Korišćenjem relacija (9) i (10) dobija se:

$$T_{pop}(D) = \left(\frac{1}{A_{OP_D}^*} - 1 \right) \cdot T(C_D) - T_{pop}(D)$$

$$T_{pop}(T) = \frac{\left(\frac{1}{A_{OP_T}^*} - 1 \right) \cdot T_{pop}(T) \cdot F(T)}{R(T)}$$

3. OBRADA PODATAKA I REZULTATA

Podaci o ponašanju tehničkog sistema, dobijeni su iz "izveštaja o ponašanju sistema" i odnose se na vremenski period rada sistema između dva srednja remonta. Da bi se na osnovu svih snimljenih podataka omogućilo definisanje odgovarajućih zaključaka o mogućnostima da se organizovanjem akcija održavanja u stvarnim uslovima eksploatacije poveća raspoloživost, dobijeni podaci sredjeni su na jedan nov način, kao što je to prikazano u tabelama T-1 i T-2.

Vremenski period (T) nastanka otkaza izabran je u intervalu vremena od loo h, obzirom na periodičnost rada smenakih ekipa u održavanju. Naime, pokazalo se da nastajanje otkaza u pojedinim intervalima vremena i njihovo otklanjanje zavisi i od sastava radnih grupa ekipa u održavanju.

Testom hi-kvadrat verifikovana je hipoteza o normalnoj (Gausovoj) raspodeli verovatnoća otkaza. Takodje je utvrđeno da srednje vreme između otkaza (vreme bezotkaznog rada) ima normalnu raspodelu što je olakšalo izračunavanje funkcije obnavljanja (Hm).

Proračun troškova održavanja je izvršen za jednu preventivnu intervenciju, kako za preventivno održavanje "po konstantnom datumu" tako i za preventivno održavanje "po konstantnoj trajnosti", uzimajući u obzir ukupne troškove za otklanjanje otkaza (Cg) i za preventivnu intervenciju (Cp) i to:

$$C_D = \frac{Cg \cdot Hm + Cp}{T}, \quad (13)$$

$$C_T = \frac{Cg \cdot F(T) + Cp \cdot R(T)}{Top} \quad (14)$$

Pomoću relacija (13) i (14) izračunati su troškovi održavanja i prikazani u tabeli T-2. Iz tabele T-2 i slike 2 se vidi da su najmanji troškovi održavanja (187,93 din/h) za period rada do 2000 h i to za strategiju održavanja "po konstantnoj trajnosti". Za taj period vremena mogu se izračunati najveće operativne i ukupne raspoloživosti, koristeći relacije (5), (6), (7) i (8):

$$A_{OP_D} = \frac{2000}{2000 + 1,72 \cdot 8,211 + 68} = 0,96066,$$

$$A_{U_D} = \frac{2000}{2000 + 1,76 \cdot 8,211 + 72} = 0,95856,$$

$$A_{OP_T} = \frac{1264,2}{1264,2 + 1,72 \cdot 0,853 + 68 \cdot 0,147} = 0,9910,$$

$$A_{U_T} = \frac{1264,2}{1264,2 + 1,76 \cdot 0,853 + 72 \cdot 0,147} = 0,9805.$$

Očigledno da su za strategiju održavanja "po konstantnoj trajnosti" dobijene veće vrednosti raspoloživosti nego za strategiju održavanja "po konstantnom datumu", što još jednom potvrđuje činjenicu da je za posmatrani tehnički sistem najprihvatljivija

strategija održavanja "po konstantnoj trajnosti".

Rezultati pobudjuju poseban interes jer je do sada na tehničkom sistemu (aglo-mašina) isključivo primenjivana strategija održavanja "po konstantnom datumu". Korišćenjem tabele T-1 i slike 1 zapaža se da intenzitet otkaza $\lambda(T)$ počinje naglo da raste posle 1800 h rada, te bi zato trebalo obustaviti sistem i izvršiti preventivnu aktivnost održavanja. Međutim, kako su za ovaj period vremena troškovi održavanja veći nego za vremenski period od 2000 h, to je preventivna aktivnost održavanja odložena do 2000 h rada.

ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja omogućavaju sledeće zaključke:

1. Sve što je bolje preventivno održavanje veća je i raspoloživost. Razlika između operativne i ukupne raspoloživosti daje uticaj vremena pripreme za otklanjanje otkaza.
2. Ukupna raspoloživost je manja od operativne, međutim, ukoliko se poboljšava organizacija održavanja, moguće je da se ukupna raspoloživost približi operativnoj po vrednosti. Krajnji cilj treba da bude operativna raspoloživost.

3. Korišćeni način dobijanja raspoloživosti i ukupnih troškova održavanja pogodan je za planiranje održavanja. U analizi datog primera nije izvršen detaljan komentar svih rezultata, budući da je akcenat dat definisanju raspoloživosti, a namera je bila da se ukaže na jedan mogući način izračunavanja raspoloživosti složenog tehničkog sistema.

LITERATURA

1. Adamović, Ž., 1980, Mogućnosti uticaja na pouzdanost tehničkih sistema sa aspekta održavanja, magistarski rad, Mašinski fakultet Kragujevac,
2. Vukadinović, S., Teodorović, D., 1979, Elementi teorije pouzdanosti i teorije obnavljanja tehničkih sistema, Beograd.
3. Stanivuković, D., 1977, Istraživanje operativne gotovosti i funkcionalne podobnosti tehničkih sistema, mag.rad, Novi Sad.
4. I., Kuzmin, 1971, Ocenka efektivnosti i optimizacije ASKU, Izd. "Sov.radio", Moskva.

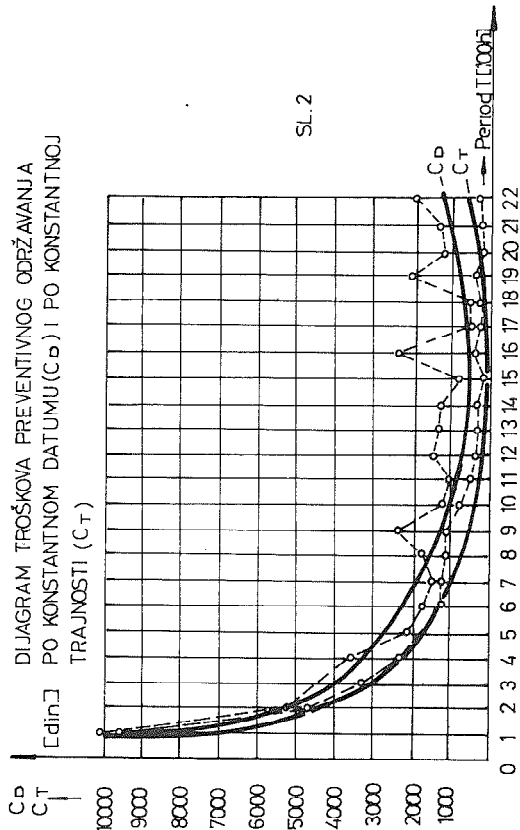
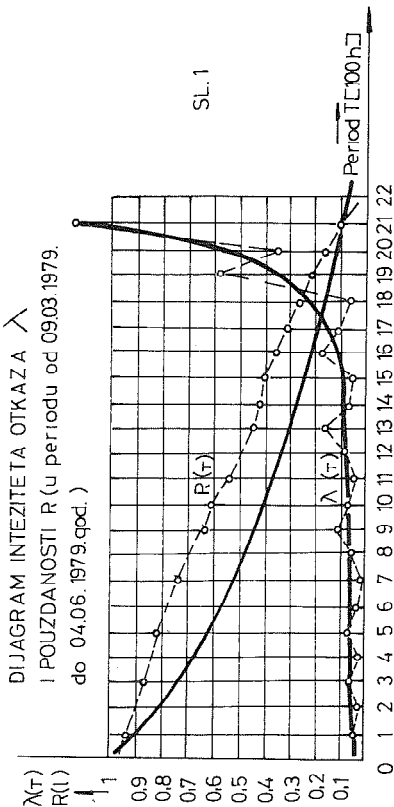


		TABELA T - 1										TABELA T - 2				
R. br	Period [h]	Broj otkaza (kvarta)	Verovatnoća nastanka otkaza $f = \frac{Ni}{\sum Ni}$	Nepouzdanost $F = \sum f$	Pouzdanost $R = 1 - F$	Intenzitet otkaza $\lambda = \frac{f}{R}$	Srednji broj obnavljanja $H_m = \sum F$	Srednje vreme trajanja popravki [h]	Troškovi održavanja po konst. datumu			Troškovi održavanja po konstantnoj tra. inosti				
									Ukupni troškovi nastanka otkaza [din/h]	Ukupni troškovi održavanja [din/h]	Cp [din]	Srednje vreme između dve inter.održ.	Troškovi zбоg nastanka otkaza	Troškovi zбоg prevencije	Troškovi zбоg prevencije i održavanja	Ukupni troškovi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	100	6	0,046	0,046	0,954	0,048	0,046	5,58	1485,56	10148,51	100	14851	954000	9688,51		
2	200	3	0,023	0,069	0,931	0,024	0,115	11,11	43971,991	5249,85	195,4	26,385	931000	4699,61		
3	300	5	0,038	0,107	0,893	0,042	0,222	27,1275	21312,0	4043,73	288,5	102720	893000	345,36		
4	400	1	0,007	0,114	0,886	0,007	0,336	27,395	3282,46	3682,46	377,8	1114	886000	2348,10		
5	500	7	0,053	0,167	0,833	0,063	0,503	32,015	120720	2241,44	466,4	40080	833000	1871,95		
6	600	4	0,030	0,197	0,803	0,037	0,700	32,655	27222,21	172,03	549,7	7561	809000	1474,73		
7	700	6	0,046	0,243	0,757	0,06	0,943	35,845	23195,82	1461,70	63,0	5977	757000	1211,07		
8	800	4	0,030	0,273	0,727	0,041	1,216	40,835	364070,4	1705,088	705,7	81736	727000	1146,00		
9	900	9	0,069	0,342	0,658	0,104	1,558	53,705	1165955,3	2406,6	778,4	258943	658000	174,13		
10	1000	6	0,046	0,388	0,612	0,075	1,946	56,165	174111	1174,11	844,2	34764	612000	766,12		
11	1100	5	0,038	0,426	0,574	0,066	2,372	56,875	184289	1076,62	905,4	33102	574000	670,53		
12	1200	5	0,038	0,464	0,536	0,070	2,836	61,095	722366	1435,30	962,8	118190	536000	643,53		
13	1300	9	0,069	0,533	0,467	0,147	3,369	64,135	625346	1250,26	1016,4	98174	467000	566,05		
14	1400	5	0,038	0,571	0,429	0,088	3,940	67,435	785383	1275,27	1061,1	113824	429000	510,60		
15	1500	3	0,023	0,594	0,406	0,056	4,534	67,915	131571	754,38	1106,0	17239	406000	38267		
16	1600	7	0,053	0,647	0,353	0,150	5,181	77,715	3106535	2566,58	1146,6	387943	353000	646,2		
17	1700	4	0,030	0,677	0,323	0,092	5,858	78,605	315160	773,62	1181,9	36469	323000	304,14		
18	1800	3	0,023	0,7	0,3	0,076	6,558	79,085	190274	661,26	1214,2	20315	300000	263,80		
19	1900	13	0,1	0,8	0,2	0,5	7,358	84,205	3115504	2166,05	1244	338736	200000	433,06		
20	2000	7	0,053	0,853	0,147	0,036	8,211	85,965	872039	936,01	1264,2	90592	147000	187,93		
21	2100	10	0,076	0,929	0,071	1,107	9,140	89,295	17449797	1307,13	1278,13	177361	710000	194,19		
22	2200	8	0,061	1,000	0,000	2,107	10,140	95,255	3431309	2014,23	1285,0	33894	0,00	263,34		

SENZORI HABANJA U SISTEMIMA ADAPTIVNOG
UPRAVLJANJA ALATNIM
MAŠINAMA

SLAVKO M. ARSOVSKI
Mašinski fakultet Univerzitet "Svetozar Marković"
Kragujevac, Jugoslavija

U ovom radu je dat pregled razvijenih senzora habanja u sistemima adaptivnog upravljanja alatnim mašinama. Za jedan slučaj obrade navedeni su i sopstveni rezultati ispitivanja senzora habanja na principu merenja radioaktivnosti ozračenih reznih elemenata alata za vreme obrade.

1. UVOD

Jedan od najsloženijih problema pri razvoju ACO - sistema (Adaptive Control Optimisation) je pravilan izbor senzora habanja koji treba da poseduje visoku tačnost, pouzdanost i istovremeno bude ekonomičan. Do sada razvijeni senzori habanja uglavnom neispunjavaju gore navedene uslove. U okviru razvoja radioaktivne metode za tribološka istraživanja u Laboratoriji za obradu metala i tribologiju na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu uočena je mogućnost njene primene za adaptivno upravljanje alatnim mašinama. Dosadašnja istraživanja u ovoj oblasti su pokazala da je radioaktivnost ozračenog alata u strogoj korelacionoj vezi sa veličinom pohabano-
sti reznih elemenata alata. Na ovaj način se preko radioaktivnosti alata, koja se meri neprekidno u toku obrade, može odrediti veličina pohabano-
sti reznih elemenata alata sa tačnošću od 0,002 mm.

2. PREGLED RAZVIJENIH SENZORA HABANJA

Senzori habanja se najčešće dele na diskontinualno-direktne (off-line) i kontinualno-indirektne (on-line). Kod diskontinualnih postupaka habanje alat nije zahvatu. Vreme merenja habanja je u okviru glavnog ili pomoćnog vremena. U prvom slučaju prekida se radi ciklus, dok se u drugom slučaju merenje vrši za vreme praznog hoda ili zemene alata. Kod kontinualnih postupaka za vreme rezanja neprekidno se daju odgovarajući merni signali o veličini pohabano-
sti reznih elemenata alata.

Sa tehnološkog aspekta on-line merenje habanja ima prednost. Ono omogućava upravljanje procesima obrade sa velikim vrednostima brzine i koraka, tj. sa malim postojanostima alata. Pored ovog, on-line merenje habanja koristi se za obezbeđenje alata od loma itd. Kontinualni senzori habanja moraju imati veliku osetljivost, tj. male promene habanja moraju se manifestovati preko promene merne veličine.

Pretpostavka za uvođenje diskontinuiranih postupaka merenja habanja alata su dovoljno velika postojanost alata i mogućnost uklapanja vremena merenja habanja alata u pomoćno vreme, kao i viša tačnost i ekonomičnost merenja.

2.1. Senzori habanja napneumatskom principu

U ovom slučaju meri se rastojanje između čeonih površina merne mlaznice i objekta merenja u vidu odbojne površine. Usled promene rastojanja dolazi do promene pritiska koji služi kao mera za veličinu ovog rastojanja, tj. radialnog habanja. Kontinualno merenje habanje alata na pneumatskom principu zasniva se na činjenici da se usled habanja menja rastojanje između jedne tačke na ledjnoj površini i obradjene površine predmeta obrade, koja predstavlja odbojnu površinu. Merna mlaznica je u blizini sečiva. Sa porastom habanja alata (radialnog habanja) smanjuje se veličina mernog procepa i pritisak raste.

2.2. Senzori habanja na kapacitivnom principu

U ovom slučaju meri se veličina radialnog habanja alata, jer se njegovim povećanjem uvećava i rastojanje između obloga kondenzatora. Amplituda napona je direktno proporcionalna rastojanju između obloga kondenzatora.

2.3. Senzori habanja na principu merenja otpora rezanja

Poznata je činjenica da se otpori i momenti rezanja menjaju u funkciji habanja alata. Ukoliko se može odrediti ova zavisnost sa dovoljno tačnošću, može se na osnovu izmerenih vrednosti otpora rezanja i momenta rezanja odrediti veličina pohabanosti

alata. Nedostatak ovog metoda je u tome što otpori rezanja i moment rezanja nemaju stalnu vrednost, već se menjaju stohastički, kao i mala osetljivost merenja. Da bi se delimično otklonili navedeni nedostaci razvijeni su senzori habanja zasnovani na promeni uglova između komponentnih i rezultujućeg otpora rezanja.

2.4. Senzori habanja na optičkom principu

U ovu grupu senzora mogu se svrstati senzori sa optičkim vlaknima, fototranzistorima ili senzori zasnovani na primeni TV-kamere.

U prvom slučaju se, slično klasičnoj metodi merenja habanja pomoću mikroskopa, ledjna površina alata osvetljava snopom svetlosti. Za prenos odbijenih zraka do fotodiode koja vrši njihovo fotoelektrično pretvaranje, koriste se posebna fleksibilna staklena vlakna maksimalnog prečnika 20 μ m. Ona prenosi svetlost bez ogledala za skretanje. Postupak merenja habanja sastoji se u tome što se staklena vlakna kreću paralelno ledjnoj površini alata i na osnovu zavisnosti fotona od puta i mernog napona od puta dobija se odgovarajuća razlika napona ΔU koja je proporcionalna veličini habanja na ledjnoj površini alata.

Senzor habanja zasnovan na primeni fototranzistora radi na sličnom principu kao i prethodni senzor habanja. TV-kamera se može iskoristiti za merenje habanja alata za vreme obrade. Merenje habanja alata zasniva se na principu promene rastojanja između obradjene površine predmeta i ledjne površine alata.

Pored navedenih, razvijeni su senzori habanja zasnovani na promeni provlačnog otpora, temperature rezanja itd.

3. RAZVOJ SENZORA HABANJA NA
PRINCIPU MERENJA RADIOAKTIVNOSTI
OZRAČENIH REZNIH ELEMENATA ALATA

3.1. Osnovi radioaktivne metode

Površina na kojoj se prate tribološki procesi bombarduje se teškim česticama (protoni ili deuteroni). Usled toga dolazi do ekscitiranosti atoma pri čemu se višak energije emituje u vidu α -, β - ili γ -zračenja. Primena radioaktivne metode zasniva se na merenju γ - zračenja.

Usled habanja smanjuje se masa reznog elementa alata za:

$$\Delta M = \rho \cdot l \cdot \frac{h_L \cdot h}{2} = \frac{\rho \cdot l}{2} \cdot \frac{h^2 \cdot \operatorname{tg} \gamma}{1 - \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \gamma}$$

Kako je ista ozračena, radioaktivnost reznog elementa alata će usled habanja opadati po zavisnosti:

$$A = A_0 - K_a \cdot h^2$$

Ova zavisnost radioaktivnosti od habanja bi se dobila pri konstantnoj specifičnosti radioaktivnosti po dubini i duž sečiva. Na osnovu eksperimentalnih podataka o veličini radioaktivnosti i širini pojasa habanja ustanovljeno je da se najveći indeks korelacije dobija ako se prethodna zavisnost izrazi u obliku:

$$A = A_0 \cdot e^{-k \cdot h^n}$$

Ako je radioaktivnost pre rezanja iznosila A_i , a posle rezanja u trajanju t_i iznosi A_{i+1} , habanja alata će se povećati od vrednosti h_i na h_{i+1} .

Na osnovu ranije izračunatih veličina k i n može se odrediti parametar h_i koji odgovara izmerenoj radioaktivnosti A_i , tj.

$$h_i = \left(\frac{\ln \frac{A_0}{A_i}}{k} \right)^{1/n}$$

Na isti način se može odrediti parametar habanja h_{i+1} koji odgovara izmerenoj radioaktivnosti A_{i+1} . Na osnovu ovoga može se odrediti porast habanja $\Delta h_i = h_{i+1} - h_i$ za vreme rezanja t_i , odnosno, otpornost na habanje:

$$R_i \cong \frac{t_i}{\Delta h_i}$$

Na osnovu podataka o veličini otpornosti na habanje pri određenim proizvodnim uslovima mogu se odrediti postojanosti alata:

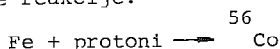
$$T_{I} = \int_0^{h_0} R_I \, dh$$

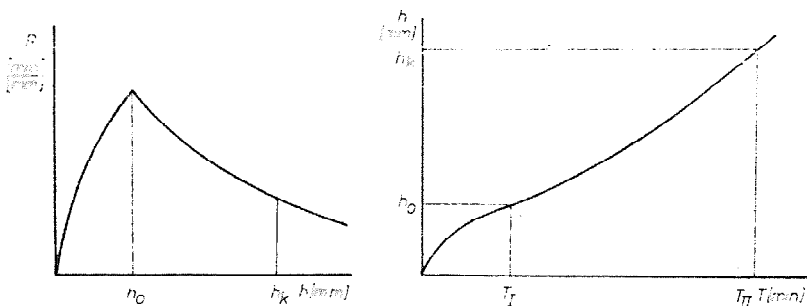
$$T_{II} = \int_{h_0}^{h_k} R_{II} \, dh$$

Ukupna postojanost predstavlja površinu ispod R-h krive (sl. 1) u intervalu $(0, h_k)$. Veličina h_0 dobija se iz uslova jednake otpornosti na habanje za prvi i drugi period habanja. Jednačina krive habanja dobija se integraljenjem R-h krive u prvom periodu od 0 do h_0 , a u drugom od h_0 do h .

Da bi se preko radioaktivnosti ozračenog sloja materijala alata pratio razvoj procesa habanja sa visokom tačnošću neophodno je da specifična radioaktivnost ozračenog sloja bude konstantna po dubini. Na sl. 2 prikazan je raspored radioaktivnosti po dubini reznog elementa alata za slučaj bombardovanja protonima.

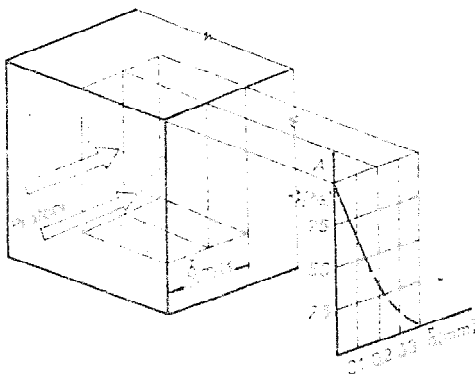
Dubina ozračenog sloja zavisi od vrste čestica i energije snopa, a nivo radioaktivnosti od jačine snopa i vremena bombardovanja. Za slučaj bombardovanja reznih elemenata alata od brzo reznog čelika najčešće se vrši bombardovanje protonima pri čemu dolazi do sledeće reakcije:





Sl. 1. Opšta zavisnost otpornosti na habanje od habanja alata

Izotop ⁵⁶Co rasporedjen je po ozračenom sloju sa konstantnom specifičnom radioaktivnošću do dubine oko 0,15 mm. Poluživot ovog izotopa je 74 dana što omogućava praćenje razvoja procesa habanja na alatu u dugom vremenskom periodu.



Sl. 2. Raspored radioaktivnosti po dubini reznog elementa alata

Osnova za primenu radioaktivne metode u sistemima adaptivnog upravljanja alatnim mašinama je poznavanje zavisnosti radioaktivnosti od habanja alata, tj. zavisnost $A=f(h)$. Dosadašnji rezultati ispitivanja su pokazali da pri konstantnim uslovima ozračivanja ova kriva ima stalan tok, tj. koeficijenti n i k su približno konstantni.

Ovo omogućuje da se, mereći radioaktivnost alata za vreme obrade, odredi veličina pohabanosti na ledjnoj površini reznog elementa alata.

Pre početka eksperimenta potrebno je bilo odrediti uticaj fona (kosmičkog zračenja), rastojanja, broja obrta i temperature rezanja na izmerenu veličinu radioaktivnosti. Utvrđeno je da je uticaj fona zanemarljivo mali, kao i uticaj broja obrta ozračenog glodala. Sa porastom rastojanja smanjuje se veličina izmerene radioaktivnosti. Određeno je optimalno rastojanje $l=2\text{mm}$ detektora γ -zračenja (sonde) od izvora zračenja (ozračenog glodala) sa aspekta minimalnog uticaja promene rastojanja i maksimalne osetljivosti pri odredjivanju otpornosti na habanje. Uticaj temperature rezanja se može zanemariti.

3.2. Rezultati ispitivanja

Ispitivanja su vršena sa vretenastim glodalom prečnika 12mm JUS K.D2.090 proizvodnje JAL sa 4 zuba. Jedan zub je ozračen na dužini 10 mm od vrha i širini 0,6 mm.

Mašina na kojoj su vršena ispitivanja je glodalica sovjetske proizvodnje snage 1,5 kW.

Pri ispitivanjima je korišćeno polusintetičko sredstvo za hladjenje i podmazivanje (SHP) koncentracije 6%.

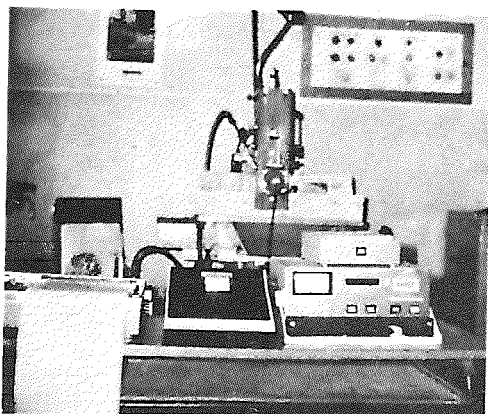
Protok SHP u toku eksperimenta je bio konstantan i iznosio je 1,5 l/min. U toku eksperimenta varirana je samo brzina rezanja, dok su korak, dubina i širina rezanja bili konstantni:

$$s_1 = 0,012 \text{ mm/z}, \delta = 2 \text{ mm} \text{ i } b = 10 \text{ mm}$$

Ozračivanjem reznog elementa je vršeno u ciklotronu (Birmingham) pod sledećim uslovima:

- vrsta čestica: protoni
- energija snopa: 9 MeV
- struja ozračivanja: 5 Ah
- vreme ozračivanja: 1 h

Merni instrumentarijum sastoji se iz detektora zračenja (sonde), brojačkog kompleta, štampača i pisača proizvodnje Reading (Engleska). Na sl.3. prikazana je mašina sa mernim instrumentarijumom.

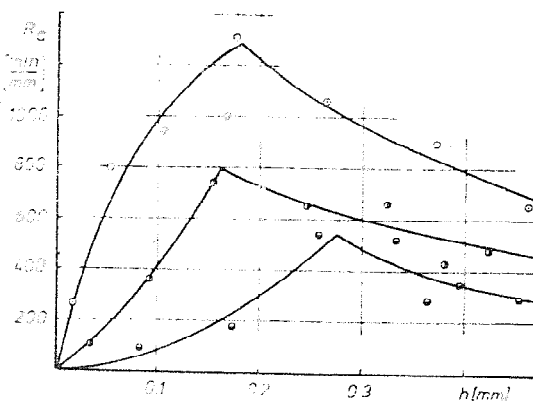


Sl.3. Mašina sa mernim instrumentarijumom

Sonda je pomoću pribora fiksirana za mašinu i može se pomerati u tri nezavisna ortogonalna pravca.

U cilju sagledavanja osetljivosti radioaktivne metode za adaptivno upravljanje kopirne glodalice varirane su tri brzine rezanja: $v_1 = 37,7 \text{ m/min}$, $v_2 = 30,1 \text{ m/min}$ i $v_3 = 23,75 \text{ m/min}$ pri ostalim nepromenjenim uslovima. Praćena je radioaktivnost alata pre

ulaska u materijal, za vreme rezanja i posle rezanja. Na osnovu podataka o veličini radioaktivnosti određene su otpornosti na habanje za dva slučaja: merenjem radioaktivnosti pre i posle rezanja (klasična radioaktivna metoda) i merenjem radioaktivnosti u toku obrade. Opitne operacije su vršene do pune pohabanosti alata od 0,4 mm. Nakon određivanja konstanti u proširenom izrazu za otpornost za habanje za tri brzine rezanja (Sl. 4.) dobijene su integraljenjem krive habanja. Na osnovu izračunatih postojanosti za kriterijum zatupljenja $h = 0,4 \text{ mm}$ za odgovarajuće brzine rezanja dobijena je zavisnost $T = f(v)$.



Sl.4. Krive otpornosti na habanje

Za ekonomičnu postojanost glodala $T_c = 32 \text{ min}$ razlika brzina dobijenih preko obe metode iznosi 2,9 m/min, što je manje od 6%.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu prethodnog može se dati sledeći zaključak:

- Posebna pažnja se mora posvetiti pravilnom izboru uslova ozračivanja,
- tačnost dobijanja ekonomične brzine rezanja je u dozvoljenim granicama.

LITERATURA

1. Essel, K., Entwicklung einer Optimirregelung für das Drehen, Dissertation, Aachen 1972.
2. Stöferle, Th., Bellmann B., Verschleissensoren für adaptive Regelungen bei der Drehbearbeitung, Werkstatt und Betrieb, 8/1972.
3. Takeyama H., Honda T., Sekinguchi H., Takada K., Optimierend Steuerung bei Drehbearbeitungen, Werkstatt und Betrieb, 9/70.
4. Kondaschewski W., Fedotov A., Vergleichsanalyse verschiedener Systeme der adaptiven Steuerung, Werkstatt und Betrieb, 105 (1972) 3.
5. Peklenik J., Analysis of the adaptive control of manufacturing systems-a critical assessment, Forth international seminar on manufacturing systems, Ljubljana, 1972.
6. Otto F., Kluft W., Entwicklung von Sensoren zur Spanformerkenung für das Drehen in Anz. 77/32, Nr.51.
7. Ivković B., Definisiranje habanja višesečnih alata pomoću radioaktivnih izotopa, monografija, Kragujevac 1977.
8. Arsovski S., Tribološke karakteristike sredstava za hladjenje i podmazivanje pri obradi glodanjem, Obrada metala i tribologija br.10 Kragujevac 1977.
9. Arsovski S. Analiza mogućnosti adaptivnog upravljanja alatnim mašinama na osnovu merenja intenziteta habanja reznih elemenata alata, Magistarski rad, Kragujevac 1978.
10. Martin P., Richard J., Mutel B., A global system of optimal adaptive control for machine tools, CIRP- Annals, Vol.5, No.4, 1976.

NEKI ASPEKTI IZRAČUNAVANJA PRELAZNIH VEROVATNOĆA U M/M/1 SISTEMU
MASOVNOG OPSLUŽIVANJA

BRANISLAV S. BAČLIĆ i DUŠAN D. GVOZDENAC
Institut za strujnu, procesnu i toplotnu tehniku
Veljka Vlahovića 3, 21000 Novi Sad

Rad daje jedan delotvoran algoritam za izračunavanje prelaznih verovatnoća u sistemu masovnog opsluživanja tipa M/M/1. Predlaže se računski postupak sprovedljiv čak i na programibilnom džepnom kalkulatoru što donosi odluka lišava briga oko složenosti izračunavanja nestacionarnih verovatnoća u posmatranom sistemu.

1. UVOD

Izlaganja teorije modela čekanja obično počinju prikazom najjednostavnijeg sistema masovnog opsluživanja koji se modelira Puasonovskim pristizanjem zahteva i eksponencijalnim opsluživanjem sa jednim izvršiocem, tj. sistema M/M/1 po Kendalovoj notaciji. Ovaj sistem se opisuje kao proces radjanja i smrti jer se, kako proces pristizanja niza zahteva za opsluživanje, tako i proces izvršenja opsluživanja, opisuju vremenski homogenim verovatnosnim zakonima (i intenzivnost pristizanja (λ) i intenzivnost opsluživanja (μ) u jedinici vremena su konstante). Zakoni dinamike verovatnosnih procesa daju za ovaj sistem sledeće prelazno rešenje

$$P_k(t|i) = e^{-(1+\rho)t} \left\{ \sqrt{\rho^{k-i}} I_{k-i}(2\sqrt{\rho}t) + \sqrt{\rho^{k-i-1}} I_{k+i+1}(2\sqrt{\rho}t) + (1-\rho)^k \times \sum_{j=k+i+2}^{\infty} \rho^{-j/2} I_j(2\sqrt{\rho}t) \right\} \quad (1)$$

za koje se tvrdi [1] da je "obeshrabrujuće". U jednačini (1) i označava broj zahteva za opsluživanje u trenutku $t=0$, $\rho = \lambda/\mu$ je koeficijent iskorišćenja sistema, a $I_j(\cdot)$ označava modifikovane Beselove funkcije n -prve vrste celobrojnog reda.

Motiv za ovaj rad je, u literaturi učestala, tvrdnja o praktičnoj neprikladnosti gornje formule za izračunavanje verovatnoće da se u trenutku vremena t u sistemu nalazi k zahteva za opsluživanje. Svrha ovog članka je da zasnuje jedan efektivniji algoritam za izračunavanje $P_k(t|i)$ na džepnom kalkulatoru.

2. ALGORITAM ZA $P_k(t|i)$

Formula (1) izgleda zastrašujuće ali je ipak sračunljiva. U stvari većina nestacionarnih

rešenja u teoriji masovnog opsluživanja poseđuje zamršen matematički oblik koji zahteva upotrebu računara. Medjutim, velika i moćna računska mašina često nije raspoloživa onog trenutka kada je trebamo, a pogotovu nije na našem stolu ili čak u džepu u momentu kada treba da donesemo odluku. Tako je traganje za priručnim računskim pomagalicama postalo imperativ današnjice. Inženjeri raspolazu danas programibilnim džepnim kalkulatorima te treba samo da im izgrade odgovarajuću programsku podršku da bi olakšali svoj posao. Prirediti formulu (1) za prelazne verovatnoće u M/M/1 - sistemu masovnog opsluživanja tako da bude sračunljiva na džepnom kalkulatoru nije ni malo lak posao, ali kada se jednom sprovede pruža lagodnosti u izračunavanju $P_k(t|i)$ za željeni trenutak vremena t i date vrednosti merodavnih parametara: intenzivnosti pristizanja i opsluživanja, te brojeve zahteva za opsluživanje i i k .

Metoda koja se ovde predlaže ne koristi ništa drugo do prepoznavanje lako sračunljivog člana u nestacionarnom rešenju (1). Reč je o članu koji je u vezi sa necentričnom hi-kvadrat raspodelom sa $2(k+i+2)$ stepena slobode. Nakon toga direktno se primenjuje Parlov [2] algoritam za generalisanu Markumovu funkciju Q_{k+i+2} .

Osnovna ideja u pristupu je da se izračunaju samo dve Beselove funkcije i to $I_{k-i}(2\sqrt{\rho}t)$ i $I_{k+i+1}(2\sqrt{\rho}t)$, a da se sumacioni član u (1) sračuna bez izračunavanja Beselovih funkcija. Da se realizuje ova ideja korisno je transformisati formulu (1) ovako:

$$P_k(t|i) = (1-\rho)^k \left\{ 1 - Q_{k+i+2}(\sqrt{2\lambda t}, \sqrt{2\mu t}) \right\} + e^{-(1+\rho)t} \rho^{(k-i)/2} \left\{ I_{k-i}(2\sqrt{\rho}t) + \right.$$

$$+ \rho^{-1/2} I_{k+i+1}(2\mu t\sqrt{\rho}) \quad (2)$$

gde je

$$Q_{k+i+2}(\sqrt{2\lambda t}, \sqrt{2\mu t}) = e^{-(1-\sqrt{\rho})^2 \mu t} \times \sum_{j=-(k+i+1)}^{\infty} \rho^{j/2} e^{-2\mu t\sqrt{\rho}} I_j(2\mu t\sqrt{\rho}). \quad (3)$$

Nije teško pokazati da je

$$e^{-(1+\rho)\mu t} \sum_{j=k+i+2}^{\infty} \rho^{-j/2} I_j(2\mu t\sqrt{\rho}) = 1 - e^{-(1+\rho)\mu t} \sum_{j=-(k+i+1)}^{\infty} \rho^{j/2} I_j(2\mu t\sqrt{\rho}) \quad (4)$$

što je ujedno jedina relacija iskorišćena gore, pored činjenice da je $\exp(-(1+\rho)\mu t) = \exp(-(1-\sqrt{\rho})^2 \mu t) \cdot \exp(-2\mu t\sqrt{\rho})$. Vredno je napomenuti da, zahvaljujući pretpostavci o protočnosti u sistemu ($\rho \leq 1$), transformacija (4) obezbeđuje bržu konvergenciju reda.

Kako $Q_{k+i+2} \rightarrow 0$ za $t \rightarrow \infty$ iz (2) je očigledno da prelazno rešenje teži stacionarnim verovatnoćama $p_k = (1-\rho)\rho^k$ kada sistem dostiže statističku ravnotežu. Daljom analizom može se proveriti da (2) zadovoljava i početne uslove:

$$P_k(0|i) = \begin{cases} 1, & k = i \\ 0, & k \neq i \end{cases} \quad (5)$$

Izračunavanje funkcije Q_{k+i+2} može se obaviti korišćenjem rekurzije unapred, izvedene iz rekurzije unazad za modifikovane Beselove funkcije, za generalisanu Markumovu funkciju kao što je predložio Parl [2]. Ovaj postupak dovodi do konačnog izračunavanja Q_{k+i+2} prema:

$$Q_{k+i+2} = \frac{\alpha_n}{2\beta_n} \exp(-(1-\sqrt{\rho})^2 \mu t) \quad (6)$$

gde se α_n i β_n sračunavaju rekurzivno kao što je niže opisano.

Sada se algoritam za $P_k(t|i)$ može opisati ovako:

- Učitati λ, μ, t, k, i .
- Proveriti da li je $t=0$: ako jeste pridružiti vrednost za $P_k(0|i)$ prema (5).
- Izračunati modifikovanu Beselovu funkciju $I_{k+i+1}(2\mu t\sqrt{\rho})$ iz razvoja u stepeni red (zaustaviti sumiranje kada je relativna greška manja ili jednaka 10^{-10}):

$$I_n(2\mu t\sqrt{\rho}) = \sum_{m=0}^{\infty} (\mu t\sqrt{\rho})^{2m+n} / (m!(m+n)!) \quad (7)$$
 za $n = k+i+1$.
- Podeliti I_{k+i+1} sa $\sqrt{\rho}$.
- Izračunati modifikovanu Beselovu funkciju $I_{k-1}(2\mu t\sqrt{\rho})$ prema (7) za $n = k-i$ i sabrati je s prethodnim rezultatom.
- Pomnožiti dobijeni zbir sa $\rho^{(k-i)/2}$ i $\exp(-(1+\rho)\mu t)$ i memorisati rezultat dok se

Tabela 1. Informacije o memorijskim registrima

Registar	Memorisani podatak
00	λ (AR), intenzivnost pristizanja
01	μ (SR), intenzivnost opsluživanja
02	t (T), vreme
03	k (K), broj zahteva u trenutku t
04	i (I), broj zahteva u trenutku $t=0$
05	$\rho = \lambda/\mu$, koeficijent iskorišćenja
06	$\sqrt{\rho}$
07	Koristi se u računanju
08	Koristi se u računanju
09	Koristi se u računanju
10	Koristi se u računanju
11	$\mu t\sqrt{\rho}$
12	$\epsilon = 10^{-10}$, željena tačnost
13	Q_{k+i+2}
18*	Koristi se u računanju
19	$I_n(2\mu t\sqrt{\rho})$, modifikovana Beselova funkcija
21	$P_k(t|i)$ (P), verovatnoća
22	α_n
23	α_{n-1}
24	α_{n-2}
25	β_n
26	β_{n-1}
27	β_{n-2}
28	$k+i+2$
29	Koristi se u računanju

se ne izračuna $(1-\rho)\rho^k(1-Q_{k+i+2})$.

- Početi rekurziju za Q_{k+i+2} uzvešći $\alpha_0 = 1$; $\alpha_{-1} = 0$; $\beta_0 = 0.5$; $\beta_{-1} = 0$.

- Za $n \geq 1$ računati rekurzivno

$$\alpha_n = d_n + \frac{n}{\mu t\sqrt{\rho}} \alpha_{n-1} + \alpha_{n-2} \quad (8)$$

$$\beta_n = 1 + \frac{n}{\mu t\sqrt{\rho}} \beta_{n-1} + \beta_{n-2} \quad (9)$$

sa

Korak	Kod	Simbol	Korak	Kod	Simbol	Korak	Kod	Simbol	Korak	Kod	Simbol	Korak	Kod	Simbol
000	76	LBL	064	67	EQ	128	65	*	192	69	DP	256	49	PRD
001	11	A	065	16	A'	129	43	RCL	193	06	06	257	18	18
002	42	STD	066	01	1	130	01	01	194	98	ADV	258	43	RCL
003	00	00	067	52	EE	131	65	*	195	91	R/S	259	18	18
004	01	1	068	01	1	132	43	RCL	196	76	LBL	260	44	SUM
005	03	3	069	00	0	133	02	02	197	16	A'	261	19	19
006	03	3	070	42	STD	134	95	=	198	43	RCL	262	43	RCL
007	05	5	071	12	12	135	94	+/-	199	03	03	263	18	18
008	69	DP	072	43	RCL	136	22	INV	200	32	X/IT	264	55	+
009	04	04	073	00	00	137	23	LNK	201	43	RCL	265	43	RCL
010	43	RCL	074	55	+	138	65	*	202	04	04	266	19	19
011	00	00	075	43	RCL	139	43	RCL	203	67	EQ	267	95	=
012	69	DP	076	01	01	140	06	06	204	02	02	268	32	X/IT
013	06	06	077	95	=	141	45	YX	205	12	12	269	43	RCL
014	91	R/S	078	42	STD	142	53	<	206	00	0	270	12	12
015	42	STD	079	05	05	143	43	RCL	207	42	STD	271	35	1/X
016	01	01	080	34	FX	144	03	03	208	21	21	272	22	INV
017	03	3	081	42	STD	145	75	-	209	61	GTD	273	77	GE
018	06	6	082	06	06	146	43	RCL	210	01	01	274	02	02
019	03	3	083	65	*	147	04	04	211	62	82	275	39	39
020	05	5	084	43	RCL	148	54	>	212	01	1	276	92	RTN
021	69	DP	085	01	01	149	95	=	213	42	STD	277	76	LBL
022	04	04	086	65	*	150	49	PRD	214	21	21	278	17	B'
023	43	RCL	087	43	RCL	151	21	21	215	61	GTD	279	42	STD
024	01	01	088	02	02	152	43	RCL	216	01	01	280	09	09
025	69	DP	089	95	=	153	03	03	217	82	82	281	42	STD
026	06	06	090	42	STD	154	85	+	218	76	LBL	282	10	10
027	91	R/S	091	11	11	155	43	RCL	219	12	B	283	32	X/IT
028	42	STD	092	43	RCL	156	04	04	220	42	STD	284	01	1
029	02	02	093	03	03	157	85	+	221	03	03	285	77	GE
030	03	3	094	85	+	158	02	2	222	71	SBR	286	03	03
031	07	7	095	43	RCL	159	95	=	223	17	B'	287	07	07
032	69	DP	096	04	04	160	71	SBR	224	35	1/X	288	01	1
033	04	04	097	85	+	161	13	C	225	65	*	289	22	INV
034	43	RCL	098	01	1	162	53	<	226	43	RCL	290	44	SUM
035	02	02	099	95	=	163	01	1	227	11	11	291	09	09
036	69	DP	100	71	SBR	164	75	-	228	45	YX	292	43	RCL
037	06	06	101	12	B	165	43	RCL	229	43	RCL	293	09	09
038	91	R/S	102	43	RCL	166	13	13	230	08	08	294	49	PRD
039	42	STD	103	19	19	167	54	)	231	95	=	295	10	10
040	03	03	104	55	+	168	65	*	232	42	STD	296	43	RCL
041	02	2	105	43	RCL	169	43	RCL	233	18	18	297	09	09
042	06	6	106	06	06	170	05	05	234	42	STD	298	32	X/IT
043	69	DP	107	95	=	171	45	YX	235	19	19	299	01	1
044	04	04	108	42	STD	172	43	RCL	236	00	0	300	22	INV
045	43	RCL	109	21	21	173	03	03	237	42	STD	301	67	EQ
046	03	03	110	43	RCL	174	65	*	238	07	07	302	02	02
047	69	DP	111	03	03	175	53	<	239	69	DP	303	88	88
048	06	06	112	75	-	176	01	1	240	27	27	304	43	RCL
049	91	R/S	113	43	RCL	177	75	-	241	43	RCL	305	10	10
050	42	STD	114	04	04	178	43	RCL	242	11	11	306	92	RTN
051	04	04	115	95	=	179	05	05	243	33	X ²	307	01	1
052	02	2	116	71	SBR	180	54	)	244	55	+	308	42	STD
053	04	4	117	12	B	181	95	=	245	43	RCL	309	10	10
054	69	DP	118	43	RCL	182	44	SUM	246	07	07	310	92	RTN
055	04	04	119	19	19	183	21	21	247	55	+	311	76	LBL
056	43	RCL	120	44	SUM	184	22	INV	248	53	<	312	13	C
057	04	04	121	21	21	185	52	EE	249	43	RCL	313	42	STD
058	69	DP	122	53	<	186	03	3	250	07	07	314	28	28
059	06	06	123	01	1	187	03	3	251	85	+	315	01	1
060	43	RCL	124	85	+	188	69	DP	252	43	RCL	316	42	STD
061	02	02	125	43	RCL	189	04	04	253	08	08	317	23	23
062	32	X/IT	126	05	05	190	43	RCL	254	54	>	318	00	0
063	00	0	127	54	>	191	21	21	255	95	=	319	42	STD

Korak	Kod	Simbol	Korak	Kod	Simbol	Korak	Kod	Simbol	Korak	Kod	Simbol	Korak	Kod	Simbol
320	24	24	349	54	)	377	02	2	405	95	=	433	07	07
321	42	STD	350	34	FN	378	95	=	406	35	1/X	434	55	+
322	27	27	351	75	-	379	42	STD	407	85	+	435	43	RCL
323	42	STD	352	53	(	380	13	13	408	01	1	436	11	11
324	07	07	353	43	RCL	381	92	RTN	409	95	=	437	85	+
325	93	.	354	01	01	382	76	LBL	410	49	PRD	438	43	RCL
326	05	5	355	65	x	383	14	D	411	29	29	439	27	27
327	42	STD	356	43	RCL	384	43	RCL	412	43	RCL	440	85	+
328	26	26	357	02	02	385	06	06	413	23	23	441	01	1
329	69	DP	358	65	x	386	45	YX	414	65	x	442	95	=
330	27	27	359	02	2	387	43	RCL	415	43	RCL	443	42	STD
331	71	SBR	360	54	)	388	07	07	416	07	07	444	25	25
332	14	D	361	34	FN	389	95	=	417	55	+	445	43	RCL
333	43	RCL	362	95	=	390	42	STD	418	43	RCL	446	23	23
334	26	26	363	33	X²	391	29	29	419	11	11	447	42	STD
335	32	XIT	364	55	+	392	43	RCL	420	85	+	448	24	24
336	43	RCL	365	02	2	393	28	28	421	43	RCL	449	43	RCL
337	12	12	366	95	=	394	32	XIT	422	24	24	450	22	22
338	77	GE	367	94	+/-	395	43	RCL	423	85	+	451	42	STD
339	03	03	368	22	INV	396	07	07	424	43	RCL	452	23	23
340	29	29	369	23	LHX	397	77	GE	425	29	29	453	43	RCL
341	53	(	370	65	x	398	04	04	426	95	=	454	26	26
342	43	RCL	371	43	RCL	399	12	12	427	42	STD	455	42	STD
343	00	00	372	23	23	400	43	RCL	428	22	22	456	27	27
344	65	x	373	55	+	401	05	05	429	43	RCL	457	43	RCL
345	43	RCL	374	43	RCL	402	45	YX	430	26	26	458	25	25
346	02	02	375	26	26	403	43	RCL	431	65	x	459	42	STD
347	65	x	376	55	+	404	07	07	432	43	RCL	460	26	26
348	02	2										461	92	RTN

Slika 1. Program TI-59 kalkulatora

Tabela 2. Uputstva korisniku - primer: $P_3(1|2) = 0.1055267664$; $\lambda = 4$; $\mu = 6$

Stavka	Ukucati	Pritisnuti	Na displeju je:	Izlaz štampača
Intenzivnost pristizanja λ	4	A	4.	4. AR
Intenzivnost opsluž., μ	6	R/S	6.	6. SR
Vreme, t	1	R/S	1.	1. T
Broj zahteva, k	3	R/S	3.	3. K
Broj zahteva, i	2	R/S	2.	2. I
			0.1055267664	.1055267664 P

$$d_n = \begin{cases} 1, & n=0 \\ \sqrt{\rho^n(1+1/\rho^n)}, & k+i+1 \geq n \geq 1 \\ \sqrt{\rho^n} & n \geq k+i+2 \end{cases} \quad (10)$$

- Zaustaviti rekurzije kada je $\beta_n \geq 1/\epsilon$, gde je ϵ željena tačnost (u programu je usvojeno $\epsilon = 10^{-10}$).
- Izvršiti konačno izračunavanje Q_{k+i+2} prema (6).
- Izračunati $(1-\rho)^k(1-Q_{k+i+2})$ i dodati članu koji je ranije memorisan.

Tako je izračunavanje $P_k(t|i)$ prema formuli (2) završeno.

3. PROGRAM ZA TI-59 KALKUKATOR

Opisani algoritam se lako koristi za proiz-

voljne vrednosti parametara i ne poseduje problem dinamičkog opsega. Izuzetno je tačan s obzirom da korisnik sam bira željenu tačnost a takodje je vrlo brz i lako se koristi na skromnim kalkulatorima. Algoritam je programiran na kalkulatorima HP-9815A i HP-41C, a program za TI-59 dat je u ovom članku.

Programibilni kalkulator TI-59 može se programirati za sračunavanje funkcije $P_k(t|i)$ kao što je prikazano na slici 1. Program se može koristiti kako sa štampačem TI PC-100B, tako i bez njega. Informacije o memorijskim registrima koji se koriste u izračunavanju date su u Tabeli 1.

3.1. Primer - Uputstvo korisniku

Pre početka korišćenja programa izbrisati sadržaje memorijskih registara i ukucati program

prema spisku naredbi sa slike 1. Kada su svi koraci programa uneti snimiti kompletan program na magnetsku karticu. Videti u Tabeli 2 uputstvo o potrebnom redosledu pritiskanja tipki za sračunavanje funkcije $P_k(t|i)$. Vreme potrebno za izračunavanje primera iz Tabele 2 iznosi 150 sekundi. Napominjemo da je vrednost funkcije P_k pozdana u svim ciframa na displeju kalkulatora i/ili na traci štampača.

4. ZAKLJUČCI

Prikazan je jedan efektivan algoritam za izračunavanje prelaznih verovatnoća u M/M/1 -

sistemu masovnog opsluživanja. Za ceo opseg parametara od praktičnog interesa obezbedjena je tačnost na desetoj decimali u izračunavanju funkcije $P_k(t|i)$ na džepnom kalkulatoru. Tako je inženjerima pruženo moćno pomagalo u donošenju odluka.

LITERATURA

1. Kleinrock, L., 1975, Queueing Systems Vol. 1: Theory, New York, Wiley.
2. S.Parl, A New Method of Calculating the Generalized Q Function, IEEE Transactions on Information Theory, Vol. IT-26, p.121. 1980.



MODELIRANJE UPRAVLJANJA OPTIMALNIM
RAZVOJEM PROIZVODNJE

ZDRAVKO M. BIJELIĆ

SOUR "Rudi Čajavec" RO PE OOUR RRT
Banja Luka

U radu se tretira pitanje matematičkog modeliranja razvoja strukture proizvodnje poslovnog sistema. Razvoj se posmatra sa aspekta povećanja vrijednosti proizvodnje. Kao mogući oblik povećanja vrijednosti proizvodnje u radu se posmatraju dva slučaja. Prvo, povećanje vrijednosti proizvodnje sa aspekta povećanja obima proizvodnje za već postojeći proizvod. Drugo, povećanje vrijednosti proizvodnje sa aspekta nivoa finalizacije određenog proizvoda.

1. UVODNE NAPOMENE

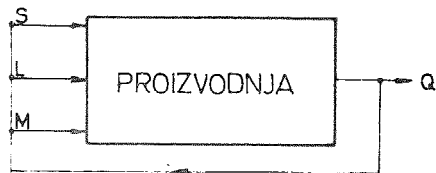
Živimo u vremenu sve veće dinamičnosti i složenosti kretanja u kojima se odvijaju procesi proizvodnje. Složenost kretanja se sastoji u dejstvu izuzetno velikog broja kako planiranih tako i neplaniranih faktora. U ovako dinamičnim kretanjima dolazi do velikih poremećaja i oscilacija u efikasnosti procesa proizvodnje. Ovo sve neminovno nameće za potrebu da se pitanju upravljanja proizvodnjom posvećuje iz dana u dan sve veća pažnja. Proučavanje ovih pojava mora biti bazirano na najpozdanim naučnim metodama.

Kad je u pitanju ekonomska efikasnost proizvodnje onda sigurno da centralni uticaj na to ima razvoj proizvodnje. Zbog toga se pred nas postavlja veoma važan problem, kako pronaći put optimalnog razvoja proizvodnje. Ovdje se pod optimalnim putem razvoja proizvodnje podrazumijeva onaj put koji će u datim uslovima omogućiti da se uz što manja ulaganja postigne što veća vrijednost proizvodnje. Kako se proces proizvodnje odvija pod dejstvom izuzetno velikog broja faktora, to problem određivanja optimalnog puta razvoja postaje izuzetno složen problem i nameće potrebu za iznalazhenje efikasnijih metoda u cilju upravljanja optimalnim razvojem. U vremenu kad su se razni procesi odvijali pod uticajem veoma malog broja faktora i kada se kvalitetno moglo upravljati na bazi malog broja podataka, svakako da je intuicija kao metoda upravljanja mogla da zadovolji. Međutim, kad je broj je broj faktora koji utiču na proces proizvodnje iz dana u dan veći i kako upravljanje se zasniva na sve većem i većem broju

podataka, da bi se postigla što veća pouzdanost upravljačkih odluka u smislu pouzdanosti optimalnosti izabranog puta razvoja proizvodnje, neophodno je optimizaciju bazirati na kvantitativnoj analizi, odnosno na modelima matematičke optimizacije. Polazeći od ovoga jasno se nameće zaključak da u ovakvim uslovima pod kojim se odvija proces proizvodnje, se razvoj kao izuzetno važan činilac, a koji se odvija pod dejstvom niza kako predviđenih tako i nepredviđenih faktora, mora oslanjati na matematičko modeliranje. Jedino tako ćemo uspjeti pouzdano odrediti optimalan pravac razvoja proizvodnje i time stvoriti uslove da takva proizvodnja sutra bude efikasna.

2. PROIZVODNJA KAO SISTEM

Da bi mogli pristupiti kvalitetnom proučavanju razvoja proizvodnje pogodno je da se proizvodnja posmatra sistemski. Osnovni kibernetički model proizvodnje dat je na slici 1.



S - sredstva rada
L - ljudski rad
M - predmet rada
Q - vrijednost proizvodnje

Sl. 1

Sa slike vidimo da osnovne ulazne veličine u proizvodnju kao sistem čine: sredstva rada, ljudski rad i predmet rada, dok je izlaz definisan vrijednošću proizvodnje. Za ovako definisan sistemski model i za određeno stanje sistema proizvodnje možemo postaviti zavisnost između vrijednosti proizvodnje kao izlazne veličine i sredstava rada, ljudskog rada i predmeta rada. Takva zavisnost može se dati u matematičkoj formi oblika:

$$Q = f(S, L, M) \quad (1)$$

Ovako definisane funkcije u teoriji proizvodnje poznate su pod nazivom funkcija proizvodnje. Na osnovu ovako definisanih funkcija moguće je odrediti vrijednost proizvodnje na osnovu poznavanja konkretnih veličina sredstava rada, ljudskog rada i predmeta rada. Međutim, kako se u ovome radu razmatra pitanje optimalnog razvoja proizvodnje, postavlja se pitanje kako postaviti optimalan odnos ulaznih veličina tj kako izabrati te veličine tako da dobijemo određenu vrijednost proizvodnje uz minimalno moguće troškove koje čine ove ulazne veličine. Takvim pristupom možemo definisati funkciju koja daje zavisnost između optimalnih troškova i vrijednosti proizvodnje, a na osnovu nje vrijednost proizvodnje koja će se moći ostvariti uz maksimalno moguću efikasnost proizvodnje. Kako definisane ulazne veličine najčešće predstavljaju ograničene resurse, to će na bazi metoda matematičkog programiranja biti jedino moguće utvrditi optimalnu vrijednost proizvodnje, odnosno optimalne vrijednosti definisanih ulaznih veličina u sistem proizvodnje definisan sa aspekta razvoja proizvodnje.

3. OPTIMALAN RAZVOJ PROIZVODNJE

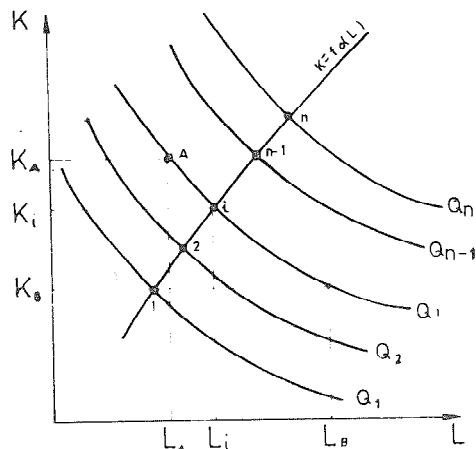
Izabrati optimalan put razvoja proizvodnje je izuzetno složen problem. Postoji niz mogućih pravaca razvoja. Kad je u pitanju razvoj proizvodnje onda osnovni pravac razvoja proizvodnje treba da se odvija ka postizanju što veće efikasnosti proizvodnje u cilju stvaranja što veće novostvorene vrijednosti proizvodnje. Ovdje ćemo posmatrati razvoj proizvodnje sa dva aspekta. Prvo, sa aspekta razvoja u smislu povećanja vrijednosti proizvodnje kroz povećanje obima proizvodnje određene vrste proizvoda. Drugo, sa aspekta razvoja nivoa finalizacije neke vrste proizvodnje. Ovaj drugi vid razvoja proizvodnje se veoma rijetko analizira u nizu mogućih pravaca razvoja nekog poslovnog sistema, a pogotovo sa aspekta iznalaženja optimalnog nivoa broja tehnološki zaokruženih cjelina koje

će se obavljati u okviru nekog poslovnog sistema.

Pri analizi razvoja povećanjem obima proizvodnje poći ćemo od pretpostavke da će se i povećani obim proizvodnje zasnivati na istom polaznom sirovinskom materijalu, što znači da na novostvorenu vrijednost proizvodnje neće uticati predmet rada, tako da se izraz dat jednačinom (1) svodi na oblik:

$$Q = f(S, L) \quad (2)$$

Povećanje obima proizvodnje treba razvijati u tome pravcu da se ista ostvari uz što manje troškove sredstava za rad i troškove ljudskog rada. Određeni obim proizvodnje moguće je ostvariti sa veoma različitim kombinacijama troškova sredstava rada i troškova ljudskog rada. Iz niza mogućih kombinacija treba izabrati one koje daju najmanje ukupne troškove. Ako označimo sa K troškove sredstava rada, a sa L troškove ljudskog rada, onda možemo međusobnu zavisnost ovih troškova definisati za određeni obim proizvodnje. Neka je ta zavisnost oblika datog na slici 2, pri čemu se svaka data kriva odnosi na drugi određen obim proizvodnje.



Sli. 2

Ako analiziramo neku od krivi na slici 2, vidimo da ćemo određen obim proizvodnje Q_i moći ostvariti sa različitim učešćem troškova sredstava rada (K) i troškova ljudskog rada (L). Tako proizvodnju Q_i možemo ostvariti u tački A sa velikim učešćem troškova sredstava rada K_A , a malim učešćem troškova ljudskog rada L_A (visok nivo tehničke opremljenosti) ili u tački B sa malim učešćem troškova sredstava rada K_B a velikim učešćem troškova ljudskog rada (nizak nivo tehničke opremljenosti).

ti). Iz niza ovako mogućih kombinacija treba odrediti za K i L, koja daje najmanji zbir ove dvije veličine. Idući od tačke A ka tački B na krivoj Q_1 , vidimo da će prvo u znatno većem iznosu se smanjivati troškovi sredstava rada nego što će se povećavati troškovi rada. Tako ćemo sve do tačke i imati veće smanjenje troškova sredstava rada nego povećanje troškova ljudskog rada. Dalje od tačke i do tačke B imamo sve veći priraštaj troškova ljudskog rada u odnosu na smanjenje troškova sredstava rada. Znači tačka i predstavlja optimalnu kombinaciju ovih troškova, jer će u ovoj tački zbir ova dva troška biti minimalan. Kombinaciju minimalnih troškova možemo matematički odrediti na sledeći način: Neka je zavisnost između K i L data opštim oblikom za određeno Q_i .

$$K = f(L) \quad (3)$$

Troškovi sredstava rada i ljudskog rada biće:

$$T = K + L = f(L) + L \quad (4)$$

Minimalni troškovi biće tamo gdje je:

$$\frac{dT}{dL} = 0 \quad \text{i} \quad \frac{d^2T}{dL^2} > 0 \quad (5.1)$$

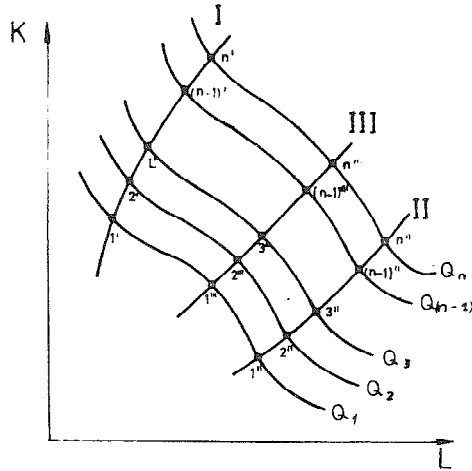
$$\text{odnosno:} \quad \frac{dT}{dL} = f'(L) + 1 = 0 \quad (5.2)$$

$$f'(L) = \frac{dK}{dL} = -1 \quad (5.3)$$

$$\frac{d^2T}{dL^2} = f''(L) = \frac{d^2K}{dL^2}$$

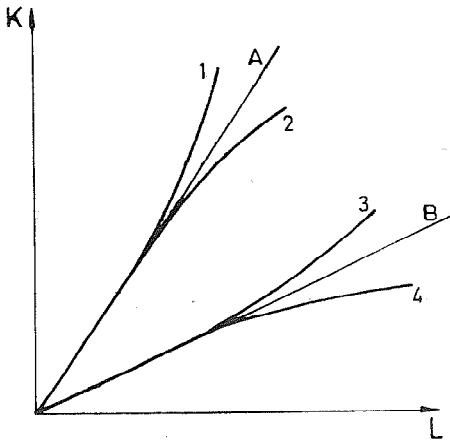
$$\frac{d^2K}{dL^2} > 0 \quad (5.4)$$

Određujući ovako za razne količine proizvodnje optimalnu kombinaciju između K i L, možemo odrediti krivu $K=f(L)$, koja će predstavljati optimalnu zavisnost između K i L. Na bazi ove zavisnosti može se dalje odrediti količina proizvodnje koja će imati najveću efikasnost od svih mogućih količina. Zavisnost između troškova sredstava rada i troškova ljudskog rada predstavljenjena krivom Q_i na slici 2, imaće ovakav tok ako na istom nivou uravnoteženosti između ponude i potražnje se nalaze i sredstva rada i ljudski rad. Međutim, u uslovima veće potražnje od ponude ili ponude od potražnje ta zavisnost između K i L se može prikazati kao na slici 3. Vidimo da na slici 3 imamo tri krive za koje je zbir troškova K i L ekstre-



Sl. 3

man. Kriva I i II predstavljaju dva minimuma, a kriva III jedan maksimum. Od dve krive minimuma treba izabrati u principu onu čiji su troškovi manji. Međutim, neovisno od ovoga mogu se pojaviti zahtjevi da se izabere takvo rješenje koje će omogućiti što veću zaposlenost ili pak zahtjev za što višim nivom tehničke opremljenosti. Znači, ako su zahtjevi za što većom zaposlenošću treba uzeti rješenje dato krivom II, a ako su zahtjevi za što viši nivo tehničke opremljenosti treba izabrati rješenje dato krivom I. Analizirajući krivu koja predstavlja optimalnu kombinaciju između K i L možemo doći do zaključka kako se ponaša odnos ove dvije veličine sa porastom proizvodnje. U zavisnosti od toga da li je kriva optimuma nagnuta više prema K ili L osi, vidimo da li je optimalno rješenje sa višom ili manjom tehničkom opremljenošću, odnosno sa većim ili manjim angažovanjem ljudskog rada. Posmatrajmo dva slučaja, A i B, kako je dato na slici 4. Slučaj A predstavlja takvo rješenje gdje je optimum na višem nivou tehničke opremljenosti, dok slučaj B predstavlja rješenje sa manjom tehničkom opremljenošću i većim angažovanjem živog rada. Krive 1 i 3 predstavljaju takvo rješenje gdje je sa povećanjem proizvodnje opravdano ići na veće učešće sredstava rada, a 2 i 4 obrnut slučaj, kad je opravdano ići na veće učešće ljudskog rada. U slučaju da se razvoj proizvodnje posmatra sa aspekta nivoa finalizacije, moguće je izabrati optimalno rješenje na ist način kao što je ovdje dato za slučaj razvoja proizvodnje povećanjem obima proizvodnje. Dovoljno je da se



Sl. 4

obim proizvodnje u ovom rješenju posmatra kroz vrijednost proizvodnje, tako da se svi ovi modeli analogno mogu posmatrati i u ovome drugome slušaju. Treba imati u vidu da se vrijednost proizvodnje mijenja sa promjenom nivoa finalizacije.

4. ZAKLJUČAK

Obzirom na sve veću složenost odvijanja procesa proizvodnje, metode modeliranja moraju naći svoje mjesto, ne smo u teoretskim razmatranjima, već i

u konkretnim praktičnim rješenjima. Nad je u pitanju razvoj proizvodnje stoji široka mogućnost da se na bazi modeliranja postave najbolja rješenja. U ovome radu su date samo neke početne postavke, koje mogu da posluže kao osnova za dalji rad na ovome polju. Pogotovo široka mogućnost rada je na polju modeliranja na bazi ekonomsko-matematičkih modela, a pre svega matematičkog programiranja. Ovakav pristup omogućio bi veoma efikasno upravljanje razvojem proizvodnje i danas veoma česti promašaji na ovome polju sigurno bi se sveli na manje okvire.

LITERATURA

1. Stojanović R, 1972, Optimalna strategija privrednog razvoja, Beograd, Savremena administracija.
2. Mađar Lj, 1976, Optimizacija u teoriji proizvodnje i privrednog rasta, Beograd, Savremena administracija.
3. Vujković T, 1976, Ekonometrijske metode i tehnike, Zagreb, Informator.
4. Martić Lj, 1976, Primjena matematičkih metoda u ekonomskoj analizi, Zagreb, Informator.
5. Popović Ž, 1979, Ekonomska analiza poslovanja, Zagreb, Informator

NEKA ISKUSTVA U RAZVOJU I UVOĐENJU KOMPJUTERSKI ORIJENTISANOG
INFORMACIONOG SISTEMA ZA UPRAVLJANJE SLOŽENIM POSLOVNIM SIST-
MOM

Dr. PAVAO BOJANIĆ
ZDRAVKA VELIKIĆ

Mašinski fakultet, Beograd
SOUR Pobeda, Novi Sad

U radu su izložena iskustva i rezultati na razvoju i uvođenju kompjuterski orijentisanog informacionog sistema za upravljanje proizvodnjom u složenoj organizaciji udruženog rada POBEDA. Detaljnije se navodi mesto i uloga pojedinih podsistema kao i konkretni izlazi.

1. UVOD

Složena organizacija udruženog rada Industrija mašina, motora i opreme - POBEDA sastoji se od šest radnih organizacija dislociranih u šest različitih gradova na teritoriji SAP Vojvodine, međusobno povezane učesćem u zajedničkom proizvodu iz čega proizilazi poslovna i tehnološka povezanost sistema.

Dalji razvoj SOUR POBEDA karakteriše se sve većim obimom poslovanja i dinamikom poslovnih promena čije potrebe ne zadovoljavaju postojeći informacioni sistem.

Da bi se postigli zahtevani efekti u upravljanju razvojem i funkcionisanjem sistema, kao neizbežno se nameće izgradnja kompjuterski orijentisanog informacionog sistema.

Sprovedena sistem analiza je pokazala da se ukupne aktivnosti vezane za funkcionisanje celog poslovnog sistema mogu po svojoj pridodi svrstati na:

1. upravljanje poslovnim sistemom
2. naučno-tehnički proračuni u inženjerstvu

3. upravljanje neprekidnim procesima.

U radu se daje samo pregled prve grupe u okviru koje su grupisani funkcionalni podsistemi koji egzistiraju kao celine koje su rezultat organizovanosti i potreba poslovanja.

1. KONCEPT INTEGRALNOG INFORMACIONOG SISTEMA ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM

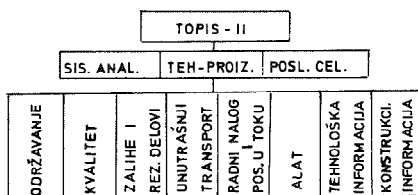
Svaki poslovni sistem u sferi metaloprerađivačke industrije može se posmatrati u jedinstvu obrade metala i informacija. Integralni proizvodno-tehnološki informacioni sistem može se podeliti na tri nivoa (1):

- projektovanje proizvoda,
- projektovanje za proizvodnju, i upravljanje proizvodnjom.

Izgradnja integralnog informacionog sistema za upravljanje proizvodnjom u POBEDI bazira na primeni TOPIS-II sistema, koji se razvija na Mašinskom fakultetu u Beogradu. Ceo sistem je koncipiran na modularnom principu što obezbeđuje postepeno zahvatanje određenih poslovnih funkcija i njihovo prevođenje na rad sa kompjuterom. Imajući u vidu potrebe POBEDE

kao i njihov prioritet u rešavanju ključnih problema, prihvaćen je put da se uvođenje informacionog sistema višeg nivoa vrši prvo u tehnološko-proizvodnu celinu poslovnog sistema, sl. 1.

Logička struktura sistema informacionih resursa prikazana je u prilogu br. 1. U sistemu su prisutna dva tipa datoteka: strukturalna i matična. Najveći broj strukturalnih veza ostvaruje se sa matičnom datotekom materijala, delova i viših nivoa ugradnje.



Sl. 1: struktura TOPIS-II sistema

Sam koncept svih podsistema podrazumeva "on-line" kao i "off-line" komuniciranje. Software se razvija u FORTRAN IV jezuku za računare iznad 32K reči (1 reč=16 bita).

Svi sistemi izveštavanja su definisani tako da zavisno od potrebe korisnika mogu obezbediti:

- klasičan oblik izveštaja na štampaču,
- na ekranskoj jedinici, i
- na datoteci izveštaja (off-line komuniciranje).

2. KRATAK OSVRT NA PODSISTEME KOJI SU RAZVIJENI ILI SE NALAZE U FAZI RAZVOJA

Ocenjujući i da se najveći efekti primene kompjutera u POBEDI mogu očekivati u oblasti planiranja proizvodnje kao i kontroli planiranih veličina, to se kao prvi korak u izgradnji informacionog sistema višeg nivoa nametnula potreba izgradnje ba-

ze inženjersko-tehničkih podataka. Planirajući razvoj sistema u etapama prvom dvogodišnjom etapom su obuhvaćena sledeća četiri podsistema:

- sistem označavanja,
- upravljanje konstrukcionom informacijom,
- upravljanje tehnološkom informacijom, i
- upravljanje poslovima koji su u toku.

Prva dva podsistema su uvedena u operativni rad dok se druga dva nalaze u fazi testiranja i njihovo operativno korišćenje se očekuje krajem tekuće godine.

2.1 SISTEM OZNAČAVANJA

Poštujući zahteve koje nameće kompjuterski orijentisan informacioni sistem kao i tendencije daljeg razvoja sistema POBEDA, usvojen je paralelni sistem označavanja. On se sastoji iz identifikacionog broja, naziva i klasifikacionog broja. Osnovna karakteristika sistema je neograničena mogućnost proširenja na levu i desnu stranu.

Sistem je projektovan da obuhvati sve činove poslovanja. Sprovedenjem sistema označavanja istovremeno je formirana i baza podataka SOUR POBEDA.

2.2 PODSISTEM ZA UPRAVLJANJE KONSTRUKCIONOM INFORMACIJOM

Podsistem za upravljanje konstrukcionom informacijom pokriva vrlo široki spektar aktivnosti u okviru poslovnog sistema. On obezbeđuje dve grupe funkcija:

- funkcije planiranja i
- funkcije upravljanja

koje su locirane u konstrukcionom birou, birou za standardizaciju, pripremi proizvodnje, nabavnoj službi

i materijalno-finansijskoj službi poslovnog sistema.

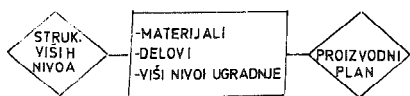
Funkcije planiranja se baziraju na:

- materijali, delovi i sklopovi,
- strukturi proizvoda,
- troškovima,
- katalogima konstrukcione informacije, i
- izmenama.

Funkcije upravljanja obezbeđuju:

- konstrukcione sastavnice i pregledi upotrebe,
- troškovne sastavnice,
- planske bruto potrebe, i
- planske troškove.

Pomenute funkcije podsystem podržava sistemom organizovanja podataka na principima baze podataka, sl.2.



Sl. 2: struktura baze podataka

Da bi se ovim podsystemom omogućio efikasniji rad samih konstruktora mora se ići na modularni princip projektovanja čija je suština u zameni nameske sa funkcionalnom specijalizacijom elemenata sistema. Osnovni ciljevi pri tome su:

- primena istih modularnih grupa u različitim mašinskim sistemima (ponovljive grupe), i
- primena različitih modularnih grupa u mašinskim sistemima zavisno od njihove funkcije (izmenjive grupe).

Pri uspostavljanju baze podataka, usvojeno je rešenje koje dozvoljava uspostavljanje više alternativnih strukturalnih veza. Imajući u vidu značaj pravovremenog utvrđivanja bilansa potreba za varijantne proizvode koji su po svojoj strukturi vrlo slični, izvršena je i klasifikacija alternativ-

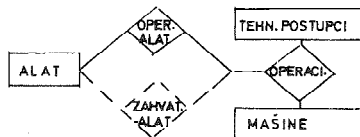
ni komponenti što predstavlja osnovu za tačnije planiranje i obezbeđenje neposredne materijalne proizvodnje.

Osnovni izlazi ovog podsystema su:

- tri vrste sastavnica (prilog 2)
- tri vrste pregleda upotrebe (prilog 3)
- bruto potrebe komponenti po statusu obezbeđenja za dati proizvodni plan,
- izveštaj o izmenama na memorisanim strukturama.

2.3 PODSYSTEM ZA UPRAVLJANJE TEHNOLOŠKOM INFORMACIJOM

Logička struktura ovog podsystema prikazana je na slici 3.



Sl. 3: logička struktura podsystema

Osnovne funkcije koje obezbeđuju ovaj modul jesu:

- planiranje proizvodnje,
- terminiranje, i
- planiranje resursa.

Da bi se obezbedile zavedene funkcije potrebno je bazi podataka iz podsystema za upravljanje konstrukcionom informacijom dodati i podatke za mašine, alate i tehnološke postupke. Planiranje proizvodnje ima karakter dugoročnog terminiranja i treba da omogući izradu optimalnog plana proizvodnje imajući u vidu zahteve tržišta i mogućnosti sopstvenih proizvodnih kapaciteta.

U podsystemu za upravljanje konstrukcionom informacijom za postavljene količine gotovih proizvoda dobijamo bruto potrebe komponenti grupisane po njihovom statusu obezbeđenja.

Međutim, sa stanovišta potrebnih izlaza iz podsistema za upravljanje tehnološkom informacijom, neophodno je da se struktura proizvoda posmatra i u vremenskom domenu. Vremenske komponente su definisane tehnološkim postupcima montaže i izrade komponenti.

Proces terminiranja se odvija nakon formiranja mreže aktivnosti koja proizilazi iz strukture mašinskog sistema i tehnoloških postupaka. Na bazi planiranih vremena trajanja operacija i poznatog ciklusa protoka, vrši se vremenska analiza mreže. U prvom prolazu polazi se od roka isporuke proizvoda i vrši se raščlanjavanje na niže nivoe, a nivo radnih predmeta iz sopstvene proizvodnje raščlanjava se po redosleđu operacija izrade. U drugom prolazu polazi se od najnižeg nivoa i najranijeg datuma i ide se ka višim. Završetkom i drugog prolaza dobija se za svaku aktivnost (operaciju):

- najraniji početak, najkasniji početak, i
- najraniji završetak, najkasniji završetak.

Dobijeni rezultati predstavljaju ulaz za planiranje resursa. Posmatrajući potrebe resursa u toku vremena, dobija se pregled opterećenja istih. Na bazi klasifikacionih brojeva kojima su obuhvaćene tehnološke mogućnosti mašina, u određenoj meri se vrši automatsko uravnoteženje opterećenja u granicama raspoloživog vremenskog kapaciteta. U slučaju nemogućnosti uravnoteženja potrebnih i raspoloživih kapaciteta u određenom vremenskom intervalu, odluku o izmenama plana donosi čovek.

Ovim podsistemom obuhvaćeno je planiranje i terminiranje ne samo mašin-

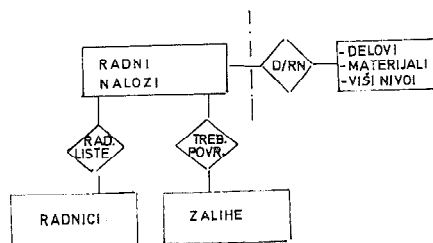
skih kapaciteta nego i alata što će sigurno predstavljati značajan doprinos bržem protoku radnih predmeta kroz proces proizvodnje i montaže. Izgled nekih od izlaza iz ovog podsistema prikazan je u prilogu br.4.

2.4 PODSISTEM ZA UPRAVLJANJE POSLOVIMA U TOKU

Ovaj podsistem se bazira na informacijama koje dolaze iz proizvodnih pogona. On treba da obezbedi:

- praćenje - dinamike ostvarenja planiranih zadataka
- troškova proizvodnje
- kontrolu - planiranih termina planiranih troškova
- izbor objekata za vrednosnu analizu
 - delovi i sklopovi
 - tehnološki postupci
 - mašinski kapaciteti

Logička struktura podsistema kao i njegova veza sa podsistemom za upravljanje konstrukcionom informacijom data je na slici 4.



S1.4: logička konstrukcija podsistema

U podsistemu je moguće uočiti četiri funkcionalna modula :

- praćenje opštih tokova proizvodnje
- praćenje i kontrola radnih naloga
- planske cene komponenti i
- iskorišćenje kapaciteta.

Posebnu pažnju privlači problem određivanja planskih cena koje služe kao referne vrednosti za ocenu "probijanja" stvarnih cena u procesu proizvodnje. Osnov za proračun planskih cena čini tehnološki postupak



RAZVOJ PROIZVODNJE ALATNIH MAŠINA
PRIMENOM GRUPNE TEHNOLOGIJE

MIRKO BUČAN

Industrija mašina Ivo Lola Ribar
Beograd, Jugoslavia

U referatu je prikazano stanje razvoja proizvodnje alatnih mašina primenom grupne tehnologije. Ukupan prostor razvoja je podeljen na četiri nivoa: 1. Ravan projektovanja proizvoda, 2. Ravan tehnologije, 3. Ravan proizvodnje i 4. Ravan proizvodne opreme, i ovaj razvoj treba dovesti do institucionalizacije ćelijske organizacije zasnovane na grupnoj tehnologiji, odnosno do stvaranja osnova za postupnu evoluciju postojećih fabrika u kompjuterski automatizovanu fabriku.

1. UVOD

Proizvodni program ILR-Fabrike alatnih mašina čine:

- Horizontalne, vertikalne i koordinatne bušilice-glodalice i centri obrade;
- Vertikalni strugovi i centri obrade za struganje;
- Portalne glodalice;
- Mehaničke prese;
- Specijalne i specijalizovane mašine i transferlinije, i
- Industrijski roboti i manipulatori, kao i fluidni i elektronski upravljački sistemi za alatne mašine i ostale namene.

S obzirom na sve veću konkurenciju na domaćem tržištu, neophodnost povećanja izvoza u visokorazvijene zemlje Zapada uz istovremeno smanjivanje zavisnosti od inostranih tehnologija, postavljaju se novi zahtevi u pogledu kvaliteta proizvoda i ukupne efikasnosti u proizvodnji alatnih mašina.

Dosadašnja saznanja u oblasti automatizacije pojedinačne i maloserijske proizvodnje, izneta u [1], pokazuju da je za stvaranje osnova za postupnu evoluciju postojećih fabrika u kompjuterski automatizovane fabrike, neophodno prethodno polazeći od postojećeg know-how i instalirane opreme postepeno institucionalizovati ćelijsku organizaciju zasnovanu na grupnoj tehnologiji. Zamenom postojećih mašina u ćelijama sa CNC/DNC obradnim sistemima, stvarali bi se uslovi za automatizaciju toka poslova, alata i informacija u ćelijama, odnosno u celoj fabrici.

U cilju podizanja tehnologije proizvodnje alatnih mašina na viši nivo, odnosno, stvaranja preduslova za automatizaciju proizvodnje alatnih mašina, uspostavljen je koncept razvoja proizvodnje alatnih mašina primenom grupne tehnologije, koji se dalje kratko prikazuje.

2. KONCEPT RAZVOJA PROIZVODNJE ALATNIH MAŠINA PRIMENOM GRUPNE TEHNOLOGIJE

Ukupan prostor razvoja proizvodnje alatnih mašina primenom grupne tehnologije je podeljen na četiri nivoa (sl. 1):

- I Ravan projektovanja proizvoda,
- II Ravan projektovanja tehnologije
- III Ravan proizvodnje
- IV Ravan proizvodne opreme.

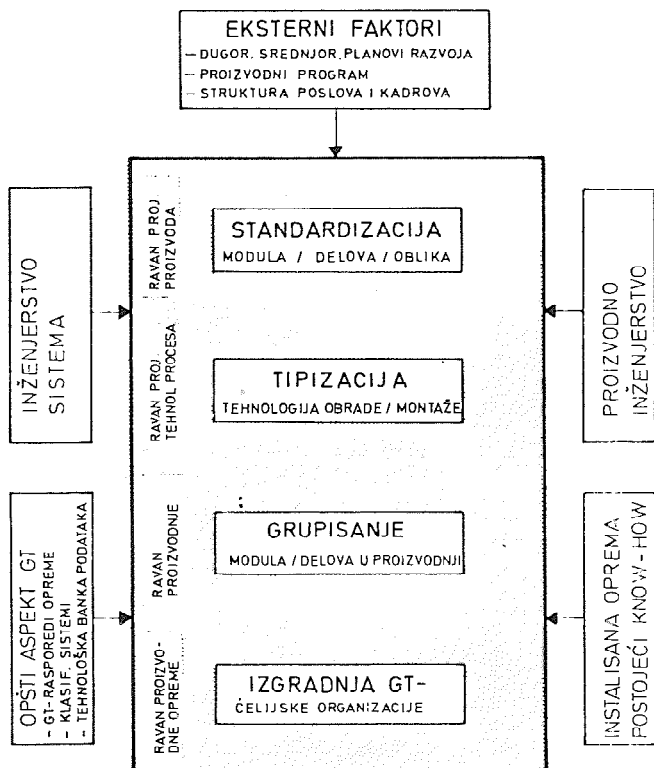
U ravni projektovanja proizvoda izvodi se proces unifikacije i standardizacije u cilju minimizacije asortimana modula, delova i oblika glavnih funkcionalnih površina.

U ravni tehnologije vrši se tipizacija tehnologija obrade i montaže za osnovne funkcionalno-tehnološke grupe delova i modula u cilju smanjenja asortimana tehnologija za realizaciju alatnih mašina.

U ravni proizvodnje vrši se polazeći od plana proizvodnje, grupisanje na nivou proizvoda, modula i delova u cilju povećanja serija pri nabavci gotovih komponenti, izradi delova i montaži alatnih mašina.

U ravni proizvodne opreme se kroz planiranje investicija i planiranje layouta obezbeđuje postupna izgradnja GT-ćelijske organizacije u kojoj bi se u svakoj ćeliji realizovala određena tehnologija obrade delova, odnosno montaže alatnih mašina.

osnovnih i ponavljajućih delova alatnih mašina. Delovi treba maksimalno da baziraju na pravilnim i prostim geometrijskim oblicima, uz primenu gde god je to moguće postojećeg fonda odlivaka, odnosno modela za livenje, i dr.



Sl. 1. Koncept razvoja proizvodnje alatnih mašina primenom grupe tehnologije.

3. STANDARDIZACIJA MODULA, DELOVA I OBLIKA

Projektovanje i proizvodnja alatnih mašina bazira na ILR-sistemima modularnog projektovanja:

- bušilica-glodalice i centara obrade, (sl. 2),
- specijalnih mašina i transfer linija,
- vertikalnih strugova i dr. kojima se omogućuje komponovanje širokog spektra alatnih mašina iz minimalnog fonda standardnih modula.

U cilju homogenizacije oblika delova i površina koristi se pri projektovanju novih delova katalog (datoteka)

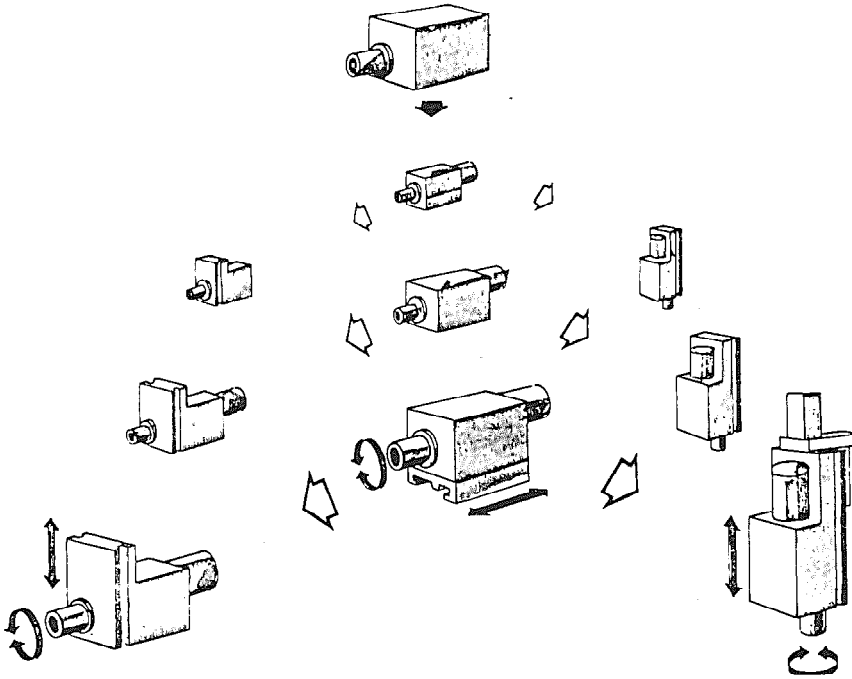
4. TIPIZACIJA TEHNOLOGIJA

Polazeći od funkcionalno-tehnološkog strukturisanja proizvoda, koji čine proizvodni program ILR-Fabrike alatnih mašina, došlo se do osnovnih tehnologija obrade funkcionalno-tehnoloških grupa delova, odnosno montaže modula i proizvoda (sl. 3).

Glavne karakteristike ovih tehnologija su: vrsta polufabrikata (livena ili zavarena konstrukcija), glavne faze obrade, obradni sistemi, alati i operacije obrade glavnih funkcionalnih površina i osa. U cilju homogenizacije tehnologija obrade funkcionalno-tehnološki sličnih delova ko-

risti se katalog (datoteka) tehnologija obrade za reprezentativne osnovne i ponavljajuće delove proizvoda.

6. IZGRADNJA GT-ČELIJSKE ORGANIZACIJE
Instalirani proizvodni kapaciteti omogućuju obradu osnovnih grupacija delo-



Sl. 2. Segment ILR-sistema modularnog projektovanja bušilica-glodalica (moduli glavnog kretanja/3/)

5. GRUPISANJE MODULA I DELOVA U PROIZVODNJI I MONTAŽI

Proizvodnja srednjih i manjih alatnih mašina se vrši u serijama od 5-10 kom. dok proizvodnja vleikih mašina i centara obrade se vrši u serijama od 2-5 kom. Specijalne mašine i transfer linije se proizvode pojedinačno.

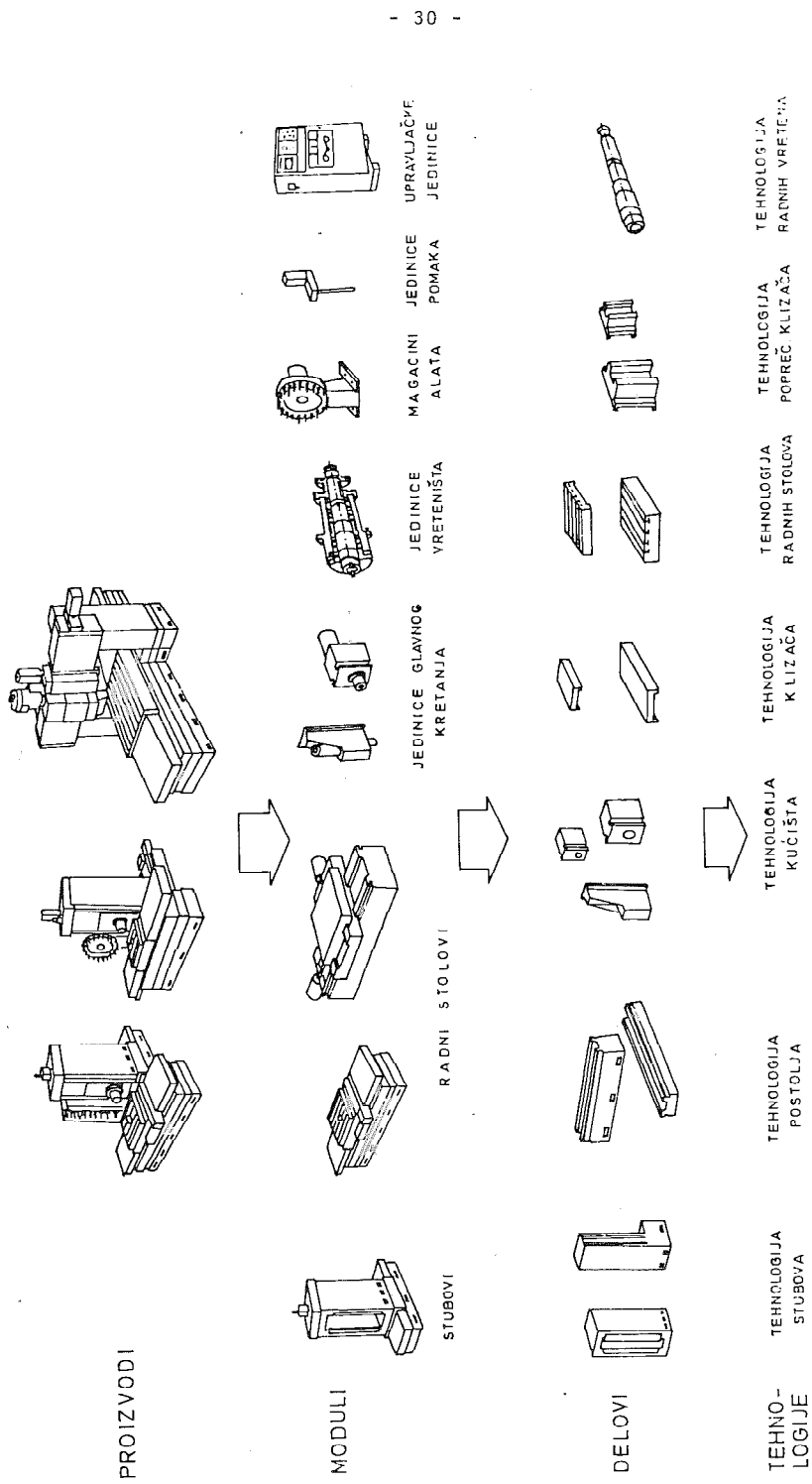
Da bi se omogućila proizvodnja modula i delova u optimalnim serijama, vrši se grupisanje na tri nivoa:

- I Nivo: Grupisanje istih osnovnih mašina u serije,
- II Nivo: Izdvajanje i grupisanje istih modula iz različitih serija mašina (sl.4),
- III Nivo: Izdvajanje i grupisanje istih delova iz različitih proizvoda i modula i formiranje serija:
 - kapitalnih delova (A)
 - srednjih delova (B)
 - sitnih delova (C)

Montaža počinje sa montažom zajedničkih modula.

ZAJEDNIČKI RADNI NALOG	TIPIZIRANE JEDINICE			SPECIJALNE MAŠINE										
	NAZIV	OZNAKA JEDINICE	BROJ CRTEŽA	RADNI NALOG										
				OZNAKA										
				1V-967	1V-968	1V-969	1H-1005	3H-1005	2H-1050	2H-1020	TL-5-100			
300425	BRANJE PROJEKTA	JPm - 1 JPm - 1 JPm - 2 JPm - 3	654 01 000 654 35 110 642 10 120 643 10 130					3			2			11
300427	BRANJE PROJEKTA	JB - 10 JB - 20 JB - 21 JB - 30	400 01 310 400 03 440 400 08 450 400 09 510				1			1		2		1 2
300428	BRANJE PROJEKTA	Postole Postole Stub Stub	700 02 310 700 04 320 800 01 420 800 02 430	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	

Slika 4. Grupisanje tipiziranih jedinica za specijalne mašine.



Sl. 3 Tehnologija obrade delova za alatne mašine

va i montažu alatnih mašina. Postojeći layout bazira na tehnologijama obrade:

- prizmatičnih delova (Teška obrada)
- rotacionih delova (Laka obrada),
- radnih vretana i alata (Zaseban pogon).

Posebno su izdvojene kovačnica i termička obrada.

U okviru instalirane opreme prisutan je odredjen broj NU mašina alatki. Kapaciteti montaže su organizovani u pogone po grupacijama alatnih mašina. Dalja transformacija postojećeg layouta i njegovo postupno dovođenje na oblike pogodne za automatizaciju predstavlja deo strategije investiranja u razvoj kapaciteta za proizvodnju alatnih mašina i ovo pitanje predstavlja predmet daljih istraživanja.

7. ZAKLJUČAK

Prikazani koncept razvoja proizvodnje alatnih mašina baziran na grupnoj tehnologiji predstavlja program dugoročnog delovanja u ILR-Fabriци alatnih mašina u cilju podizanja njene ukupne proizvodne efikasnosti i stvaranja osnova za automatizaciju proizvodnje alatnih mašina. Dalji rad na ovom problemu se usmerava na produbljavanje i realizaciju ovog koncepta i na istraživanja u oblasti strategije razvoja proizvodnih kapaciteta Fabrike alatnih mašina.

LITERATURA

1. Merchant, E.: Group technology, A sound of fondation for computer control of cellular manufacturing systems, 9th CIRP International seminar on Manufacturing systems, 1977.
2. Arn, E.: Group technology Springer Verlag Berlin - Heidelberg - New York, 1975.
3. Milojević, M.: Sistem modularnog projektovanja numerički upravljanih horizontalnih bušilica - globalica i centara obrade, Disertacija. Mašinski fakultet, Beograd, 1980.
4. Bućan M.: Istraživanje i razvoj sistema za projektovanje tehnoloških procesa zasnovanog na bazi podataka iz industrije prerade metala, Disertacija u pripremi, Beograd, 1980.



DALJI RAZVOJ SAMOUPRAVLJANJA U UDRUŽENOM RADU
KOD NAS

Dr SLAVKO CARIC, redovan profesor
Pravnog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu

Samoupravljanje kao oblik društveno ekonomske i političke demokratizacije i dohodak kao osnovna motivacija u udruženom radu kod nas su u ovom trenutku prvenstveno pravno regulisani u Ustavu SFRJ iz 1974. godine i u Zakonu o udruženom radu iz 1976. godine. Radi se o pravnom regulisanju zrele etape u razvoju samoupravljanja, a posle tridesetogodišnjeg iskustva, u kojoj se ostvaruje visok stepen ukupne društvene integrisanosti, tj. udruživanja i usaglašavanja raznovrsnih društvenih interesa i ciljeva u udruženom radu.

U svakodnevnoj samoupravnoj praksi nije do kraja ostvarena striktna primena principa i načela iz Ustava SFRJ iz 1974. godine i Zakona o udruženom radu iz 1976. godine. Zbog toga se u budućem razvoju prvenstveno očekuje otklanjanje svih uzroka koji otežavaju striktnu primenu ovih principa i načela. Treba također očekivati dalju zakonodavnu i samoupravnu razradu osnovnih principa i načela Zakona o udruženom radu iz 1976. godine, jer se radi o Zakonu koji je osnovni akt u ovoj oblasti, ali ne sme da ostane i jedini zakon, jer niz pitanja treba konkretnije razraditi u većem broju zakona, a u odnosu na to u kojoj je meri to ostvareno u Zakonu o udruženom radu iz 1976. godine. Prvenstveno se radi o razradi određaba o udruživanju rada i sredstava, o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima, o društvenoj svojini, samoupravljanju i delegatskom sistemu.

Dalji razvoj samoupravljanja kod nas prvenstveno je uslovljen porastom ukupnog obima sredstava u društvenoj svojini, a to je u zavisnosti od porasta produktivnosti, a isto tako i porastom znanja samoupravljača i socijalističkog morala u našem socijalističkom samoupravnom društvu.

Treba očekivati da će i u budućem našem razvoju centralnu i osnovnu poziciju imati osnovna organizacija udruženog rada i radnik u osnovnoj

organizaciji udruženog rada. Radnici u osnovnoj organizaciji udruženog rada na osnovu osnovne dohodovne motivacije treba da budu osposobljeni da odlučuju o svim najvažnijim pitanjima u našem društvu uopšte, a posebno u svim oblastima udruživanja rada i sredstava. U tom pogledu je od posebnog značaja stalno usavršavanje i dalji razvoj delegatskog sistema. Sprečavanje svih oblika otudjenosti sredstava za proširenu reprodukciju od samoupravljača koji su ih svojim radom stvorili, ostvariće se mnogo veći stepen racionalizacije prilikom korišćenja tih sredstava, a isto tako i znatno veći stepen korišćenja naučnih dostignuća i poštovanja naučne zakonitosti u udruženom radu.

Poslovodna funkcija, kao profesionalna i izvršna funkcija, će i dalje biti neophodna u svakoj samoupravnoj organizaciji udruženog rada, naročito radi neposrednog i operativnog stručnog vođenja poslova u samoupravnoj tržišnoj privredi. Medjutim, poslovni organi ne smeju biti ovlašćeni da se mogu mešati u upravljanje poslovanjem jer će to u sve većoj meri biti u dominantnoj nadležnosti samoupravnih organa.

Jedno od najznačajnijih komponenti u daljem razvoju samoupravljanja predstavlja razvoj samoupravnog planiranja i smanjenja uloge i funkcije države u oblasti planiranja, tj. proces sve većeg podruštvljavanja državnih funkcija i politike uopšte, a naročito u oblasti planiranja ukupnog i društvenog privrednog razvoja.

Treba očekivati veoma značajne promene u oblasti sistema cena i prenošenja državnih funkcija u toj oblasti na odgovarajuće samoupravne organizacije i uopšte na udruženi rad. Trajnije povezivanje na tržištu pret postavlja i uzajamno trajnije regulisanje cena proizvoda i privrednih uslug.

Društveno-ekonomski i pravni položaj organizacija udruženog rada

U daljem razvoju samoupravljanja kod nas treba očekivati stalno jačanje društveno-ekonomskog položaja osnovne organizacije udruženog rada i svakog radnika pojedinačno u osnovnoj organizaciji udruženog rada. U tom pogledu od naročitog je značaja usavršavanje, naročito u pogledu efikasnosti i operativnosti, delegatskog sistema, kao i dalja razrada dohodovne motivacije i to ne samo na relaciji povezanosti sticanja i raspodele dohotka osnovne organizacije udruženog rada, nego i u pogledu odlučivanja i raspolaganja u oblasti proširene reprodukcije i uopšte sredstvima ostvarene akumulacije. U tome smislu se kod nas i vrše promene bankarskog sistema, kao i promene odnosa u deviznom sistemu i u oblasti robnovčanog prometa uopšte. Svaki oblik otudjenosti novostvorenih sredstava reprodukcije od stvaralaca tih sredstava treba sprečiti i zakonskim putem onemogućiti. Na taj način će se omogućiti da putem delegatskog sistema radnici u osnovnoj organizaciji udruženog rada odlučuju u svim sferama društvene reprodukcije, kao i u drugim oblastima društvenih delatnosti. Na taj način se stalno jača društveno-ekonomska pozicija osnovne organizacije udruženog rada i radnika u toj osnovnoj organizaciji udruženog rada. Treba, takodje, očekivati znatno širu primenu naučnih dostignuća u osnovnoj organizaciji udruženog rada i to ne samo u proizvodnom procesu, nego i u oblasti organizacije rada i objektivizaciji vrednovanja rada i rezultata rada. Subjektivni voluntarizam i pojedinačna proizvoljnost se moraju prevazići kod ovih društveno-ekonomskih odnosa u cilju daljeg razvoja samoupravljanja. Svaki rad se može meriti i za svaki rad se može utvrdjivati njegova društvena korisnost i opravdanost. Na taj način samoupravljanje će se, pre svega, zaštititi od nerada i od pokušaja uravnolovke koja ustvari predstavlja negaciju vrednovanja rada i rezultata rada. U tome pogledu treba očekivati primenu naučnih dostignuća na približno isti način u celoj našoj zemlji da bi se savladalo nejednako tretiranje istoga rada u pogledu njegovog kvantiteta i kvaliteta. Svaki radnik, u svakoj osnovnoj organizaciji udruženog rada, za isti rad mora da bude društveno vrednovan na isti način. U ostvarivanju ove komponente daljeg razvoja samoupravljanja u budućem zakonodavnom radu treba izuzetno brižljivo postupati, jer

jednostranosti i neodmerenosti mogu da prouzrokuju niz negativnih posledica koje treba zakonskim putem sprečiti. Takodje, na osnovu naučnih dostignuća, neophodno je dalja razrada i konkretizacija uslova za organizovanje osnovne organizacije udruženog rada da bi se na taj način dala preciznija i jasnija sadržina ustavnog prava i ustavne obaveze svakog radnika da zajedno sa drugim radnicima organizuju osnovnu organizaciju udruženog rada kada su ispunjeni uslovi za to. Na ovaj način će se, takodje, sprečiti izuzetna raznovrsnost prakse u tom pogledu kod nas, jer ta neujednačenost u praksi nije društveno opravdana.

Svi ovi isti principi i načela na isti način treba da se konkretizuju i razrade i kada se radi o samoupravnim interesnim zajednicama i o slobodnoj razmeni rada. Ovo je naročito značajno zbog toga, što su to osnovni institucionalni oblici društvene alimentacije neprivrednog društveno korisnog rada, a sa aspekta društveno-ekonomskog položaja osnovnih organizacija udruženog rada neprivrednih delatnosti, osnovni oblici sticanja dohotka. I u ovoj oblasti postoje opasnosti od otudjenosti, a ta otudjenost jača društveno-ekonomski položaj birokratije i zbog toga i taj oblik otudjenosti treba sprečiti. U sprečavanju ove otudjenosti takodje izuzetnu društvenu funkciju ima dalja razrada delegatskog sistema i razrada društvene komponente dohotka svake osnovne organizacije udruženog rada. Naglašavanje društvene komponente dohotka i to ne samo kao principa, nego i u konkretnoj razradi, treba da spreči svake oblike grupno-svojskih odnosa u udruženom radu.

Položaj administracije i stručnih službi u organizacijama udruženog rada, takodje mora preciznije i jasnije da se razradi i reguliše. Razdvajanje administracije i stručnih službi od osnovnih organizacija udruženog rada u kojima se obavljaju osnovne delatnosti, a koje je izvršeno u Zakonu o udruženom radu iz 1976. godine, u cilju omogućavanja daljeg razvoja samoupravljanja, ne stvara nikome pravo o nekome povlašćenom položaju u odnosu na karakter društvenog rada koji obavlja.

To znači da je i u ovoj oblasti posebnu funkciju ima slobodna razmena rada, koja takodje mora biti zasnovana na naučnim dostignućima. Ova podvojenost je neophodna da bi se omogućilo da svako odlučuje na samoupravni način o sebi i o svome radu i da bi se na taj način sprečilo da jedni rade, a da drugi o njima odlučuju. Na

taj način će se sprečiti, uspješnije i bolje nego do sada, izjednačenje rada i nerada koje je izuzetno i opasno, jer na poseban način takodje predstavlja negaciju samoupravljanja. Pravo na samoupravljanje je neodvojivo od rada, a samoupravljanje nikada ne može da bude nečija profesija.

Poslovodna funkcija kao stručna i profesionalna funkcija je neophodna u svakoj organizaciji udruženog rada. Poslovodni organ, bez obzira da li je inokosni ili kolegijalni nije samo pomoćni organ samopravnog organa, niti je samo organ organizacije udruženog rada, nego je i istovremeno organ društva u organizaciji udruženog rada sa posebnim društvenim ovlaštenjima i društvenim odgovornostima. Takva koncepcija položaja poslovodnog organa odgovara društvenim potrebama i zbog toga treba očekivati da se u tome pogledu u sledećoj etapi samoupravljanja kod nas sistemski posmatrano, neće vršiti značajnije izmene. Treba jedino očekivati značajnije promene u praksi, jer poslovodni organ mora biti u znatno većoj meri stručniji organ nego što je to trenutno u našoj praksi. To nije politička funkcija, to je stručna funkcija, ali tu stručnu funkciju mogu da obavljaju samo ona lica u koja društvo ima poverenje. To nije rukovodilac, koji odlučuje i rukovodi ljudim radom, to je lice koje obavlja stručni posao čije je obavljanje neophodno radi omogućavanja daljeg razvoja samoupravljanja.

Udruživanje sredstava i rada se ostvaruje ne samo u osnovnoj organizaciji udruženog rada, nego i u svim drugim oblicima organizacija udruženog rada i zajednica kod nas.

Osnovna organizacija udruženog rada nije ni prema sadašnjim propisima, a ne treba ni da bude, glavni i završni cilj udruživanja rada i sredstava društvene reprodukcije. Upravo obrnuto, osnovna organizacija udruženog rada treba da predstavlja najviši oblik društveno-ekonomske decentralizacije, koji je osposobljen i nužno upućen na najraznovrsnije oblike integracije. U jednom delu naše prakse se u ovome trenutku ne poklanja dovoljna pažnja ovim neophodnim integracionim procesima u udruženom radu, tako da se pojedine osnovne organizacije udruženog rada koje neopravdano u društvenom smislu izbegavaju korenitije oblike integracije, pojavljuju kao nesposobna da prate tehnička i naučna dostignuća i da se na taj način unapred unapređuje stalno proces društveno korisnog rada koji se obavlja u toj osnovnoj organizaciji udruženog rada.

Udruživanje organizacija udruženog rada samopravnim sporazumima i društvenim dogovorima

Samopravni sporazumi i društveni dogovori imaju izuzetan značaj kao pravni akti kojima se ostvaruje integracija interesa u našoj socijalističkoj samopravnoj tržišnoj privredi. Samopravnim sporazumima i društvenim dogovorima se stvaraju raznovrsniji i širi društveni interesi i ciljevi, a ne samo udruživanje osnovnih organizacija udruženog rada u najraznovrsnije druge oblike organizacija udruženog rada i zajednica.

Samopravni sporazumi i društveni dogovori su dobrovoljni samopravni akti, kao što je uostalom i najveći broj udruživanja kod nas u privredi postavljeno na dobrovoljnoj osnovi. U daljem našem razvoju treba očekivati detaljniju zakonodavnu razradu sadržine samopravnih sporazuma i društvenih dogovora, naročito dispozitivnim odredbama koje su pre svega konstruktivnog karaktera. Osnovni problem kod samopravnih sporazuma i društvenih dogovora je neefikasnost sankcija u slučaju neizvršavanja preduzetih obaveza u samopravnim sporazumima i društvenim dogovorima. Drugi osnovni problem u vezi samopravnih sporazuma i društvenih dogovora je vezan za ostvarivanje efikasnije preventivne kontrole njihove sadržine, prvenstveno polazeći od osnovnih ustavnih principa i načela, kao i principa i načela koji su utvrđeni Zakonom o udruženom radu iz 1976. godine. U jednom delu naše prakse, društveno potpuno i neopravdano i nekontrolisano, pojedini samopravni sporazumi sadržinski predstavljaju zloupotrebu monopolskog položaja i kočnicu daljeg društvenog razvoja. Slično je i sa društvenim dogovorima kod kojih postoji opasnost njihove sadržinske zloupotrebe od strane državne birokratije. Zbog toga je neophodno propisima predvideti takvu organizovanu društvenu preventivnu kontrolu kojom bi se sprečile ove negativne društvene pojave. U društvenom je interesu da ova kontrola bude preventivna a ne naknadna, tj. posteriorna, jer jedino takva kontrola može blagovremeno da spreči rasipanje društvenih sredstava.

Raznovrsni pojavni oblici organizacija udruženog rada i zajednica u koje treba da radnici udružuju svoje osnovne organizacije udruženog rada nisu dovoljno razradjeni u našem pravnom sistemu. To stvara niz problema u praksi i zbog toga je neophodno organizovati svesni uticaj na

razvoj i unapredjenje prakse na taj način da se u budućem zakonodavstvu mnogo detaljnije nego u postojećem, razradi pravna fizionomija svih potencijalnih oblika mogućih udruživanja tj. pravna fizionomija svih organizacija udruženog rada i zajednica čija je fizionomija najčešće jedino određena u osnovama u našem pozitivnom pravu. U takvoj zakonodavnoj razradi pojava oblika organizacija udruženog rada i zajednica treba utvrditi veći broj vrste i tipova pojedinih organizacija udruženog rada, kao napr. veći broj tipova i vrsta radnih organizacija, složenih organizacija udruženog rada, poslovnih zajednica itd.

Ova tipologija pojedinih vrsta organizacija udruženog rada i zajednica treba da se razradi u budućem zakonodavstvu na takav način da stimuliše a ne da otežava udruživanje rada i sredstava. Nacrta takvih zakonskih propisa su pre nekoliko godina bili pripremljeni u radnoj verziji i zbog toga treba očekivati da će do donošenja takvih zakona doći sigurno u sledećoj etapi razvoja.

Posebnu funkciju i društveni značaj ima obavezno udruživanje u opšta udruženja i privredne komore. Opšta udruženja i privredne komore treba da imaju u našem društvu izuzetno značenje kao poseban oblik za jedničkog i udruženog rešavanja svih pitanja od strane organizacija udruženog rada kojima se unapredjuje obavljanje delatnosti tj. proces društvenog korisnog rada, u tim organizacijama udruženog rada. Privredne komore takodje treba da budu stalni oblik poslovnog dogovora u kome se stalno stimulišu i iznalaze mogućnosti najraznovrsnijih oblika poslovnog udruživanja. I u tom pogledu u budućem zakonodavstvu treba preciznije i konkretnije da se razrade ovi društveni ciljevi i interesi. Postojeća opšta udruženja i privredne komore organizovane za istu teritoriju za koju su organizovane i društveno-političke zajednice, u mnogo većoj meri obavljaju poslove izvršnog upravnog karaktera za potrebe društveno-političkih zajednica, nego što stvarno predstavljaju oblike udruživanja organizacija udruženog rada. Ovakva negativna praksa ukazuje na neophodnu zakonodavnu intervenciju i unapredjenje odnosa u ovoj oblasti.

Samoupravni sporazumi i društveni dogovori u potpunosti odgovaraju i postojećem konceptu regulisanja tržišnih odnosa kod nas na trajniji način, naročito u pogledu cene. Cena ne sme da bude jedino izraz trenutne usaglašenosti interesa poslovnih partnera, cena istovremeno treba da

postane u jednom relativno trajnijem vremenskom periodu, srazmerno učešće u zajedničkom poslovnom podvratu prema uloženom radu. Takvom postepenom transformacijom cena treba stići zajedničkog dohotka u onim reprodukcionim celinama koje su jasno definisane i koje imaju trajnu fizionomiju.

Na ovaj način treba regulisati i shvatiti neophodno povezivanje proizvodnje i prometa. Otudjivanje prometa od proizvodnje, kao i svaki drugi oblik otudjivanja, ugrožava dalji razvoj samoupravljanja i dominantni položaj radnika u osnovnoj organizaciji udruženog rada. Prometne organizacije i promet uopšte predstavljaju društveno značajne i korisne delatnosti ali jedino u obliku saradnje sa proizvodnim delatnostima. Ako dobijaju elemente otudjenosti najčešće se ugrožava i unapredjenje proizvodne delatnosti, to nije u skladu sa najširim društvenim interesima i ciljevima.

Poseban značaj i izuzetnu društvenu funkciju imaju samoupravni sporazumi i društveni dogovori u oblasti samoupravnog i društvenog planiranja. U toj oblasti ceo koncept planiranja kod nas je zasnovan na samoupravni sporazumima i društvenim dogovorima. Iako je sadržina ovih posebnih samoupravnih sporazuma i društvenih dogovora u oblasti planiranja detaljnije razradjena u našem pozitivnom pravu, ostaje i dalje otvoren problem detaljnijeg zakonskog regulisanja fizionomije samoupravnih sporazuma i društvenih dogovora. Zbog toga treba očekivati u budućem razvoju da će se kod nas pristupiti detaljnijem regulisanju samoupravnih sporazuma i društvenih dogovora uopšte, a isto tako i u oblasti samoupravnog i društvenog planiranja.

Pored svih napred navedenih pravaca razvoja i komponenti koje omogućuju dalji razvoj samoupravljanja kod nas, treba naglasiti da dalji razvoj samoupravljanja u čvrstoj funkcionalnoj povezanosti sa konstantnim porastom proizvodnosti rada, a porast proizvodnosti rada nije uslovljen jedino savremenijom opremom i povećanjem fonda sredstava u društvenoj svojini, nego i unapredjenjem organizacije rada i stručnog i opšteg znanja radnika, uključujući tu i poslovodne organe. Bez stalnog porasta opšteg i stručnog znanja radnika teško je unapredjivati samoupravljanje i zbog toga ova komponenta ima izuzetno značenje kod nas i zbog se stalnom obrazovanju radnika pridaje i mora pridavati izuzetan značaj.

Zbog toga započeta reforma ukupnog obrazovnog procesa kod nas i reforma univerziteta ima ne samo izraziti socijalno-politički značaj, nego i posebnu društvenu funkciju u iznalaženju što boljih i što efikasnijih puteva ukupnog društvenog i privrednog razvoja, kao i razvoja samoupravljanja kod nas.

Prof.dr Slavko Carić, redovan profesor Pravnog fakulteta u Novom Sadu

DALJI RAZVOJ SAMOUPRAVLJANJA U UDRUŽENOM RADU KOD NAS

R e z i m e

Samoupravljanje kao oblik društveno-ekonomske i političke demokratizacije i dohodak kao osnovna motivacija u udruženom radu kod nas su u ovom trenutku prvenstveno pravno regulisani u Ustavu SFRJ iz 1974. godine i u Zakonu o udruženom radu iz 1976. godine. Radi se o pravnom regulisanju zrele etape u razvoju samoupravljanja, a posle tridesetogodišnjeg iskustva, u kojoj se ostvaruje visok stepen ukupne društvene integritetnosti, tj. udruživanja i usaglašavanja raznovrsnih društvenih interesa i ciljeva u udruženom radu.

U svakodnevnoj samoupravnoj praksi nije do kraja ostvarena striktna primena principa i načela iz Ustava SFRJ iz 1974. godine i Zakona o udruženom radu iz 1976. godine. Zbog toga se u budućem razvoju prvenstveno očekuje otklanjanje svih uzroka koji otežavaju striktnu primenu ovih principa i načela. Treba također očekivati dalju zakonodavnu i samoupravnu razradu osnovnih principa i načela Zakona o udruženom radu iz 1976. godine, jer se radi o Zakonu koji je osnovni akt u ovoj oblasti, ali ne sme da ostane i jedini zakon, jer niz pitanja konkretnije razraditi u većem broju zakona, a u odnosu na to u kojoj meri je to ostvareno u Zakonu o udruženom radu iz 1976. godine. Prvenstveno se radi o razradi odredaba o udruživanju rada i sredstava, o samoupravnim sporazumima i društvenim dogovorima, o društvenoj svojini, samoupravljanju i delegatskom sistemu.

Dalji razvoj samoupravljanja kod nas prvenstveno je uslovljen po-

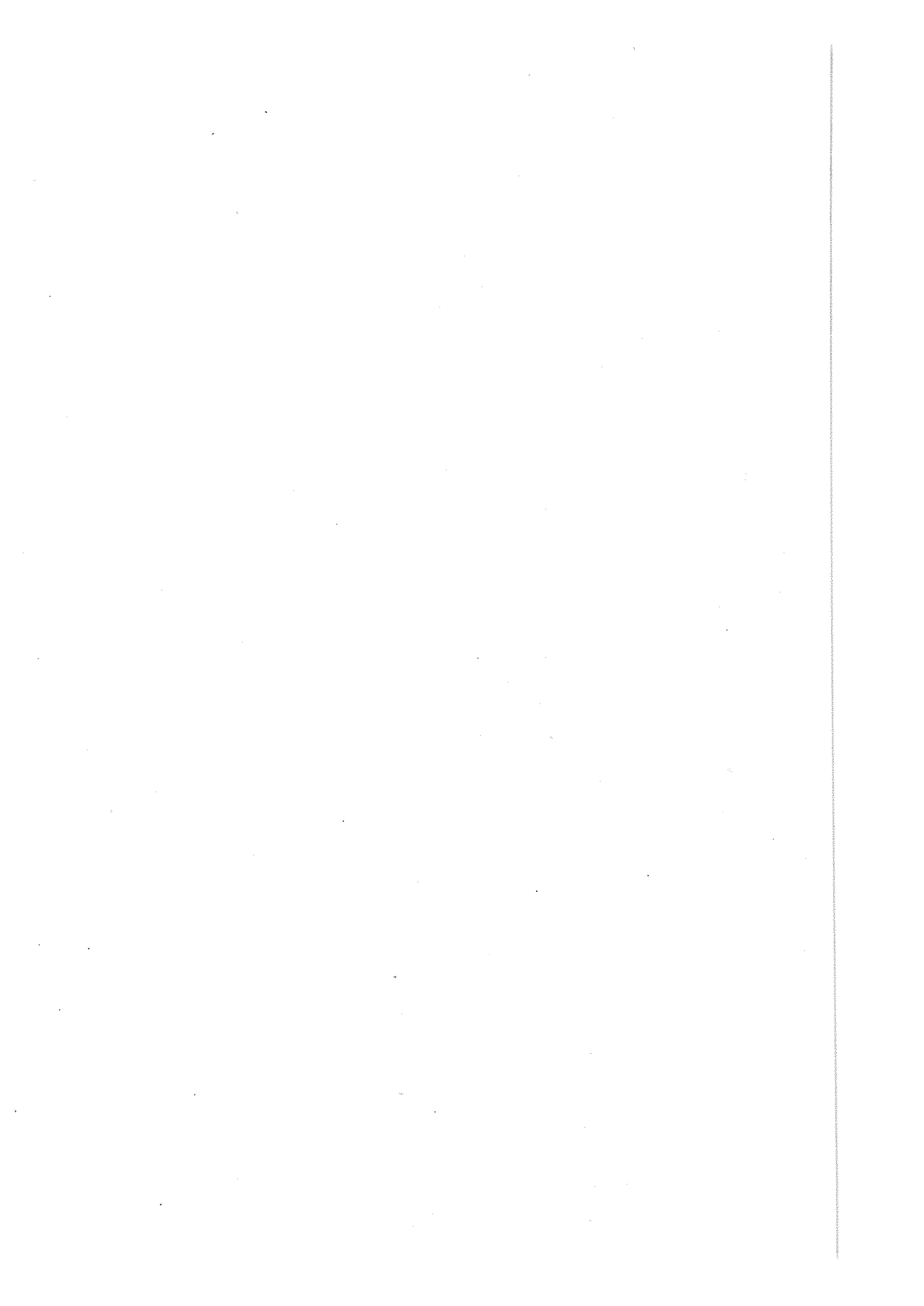
rastom ukupnog obima sredstava u društvenoj svojini, a to je u zavisnosti od porasta produktivnosti, a isto tako i porastom znanja samoupravljača i socijalističke svesti i socijalističkog morala u našem socijalističkom samoupravnom društvu.

Treba očekivati da će i u budućem našem razvoju centralnu i osnovnu poziciju imati osnovna organizacija udruženog rada i radnik u osnovnoj organizaciji udruženog rada. Radnici u osnovnoj organizaciji udruženog rada na osnovu osnovne dohodovne motivacije treba da budu osposobljeni da odlučuju o svim najvažnijim pitanjima u našem društvu uopšte, a posebno u svim oblastima udruživanja rada i sredstava. U tom pogledu je od posebnog interesa stalno usavršavanje i dalji razvoj delegatskog sistema. Sprečavanje svih oblika otudjenosti sredstava za proširenu reprodukciju od samoupravljača koji su ih svojim radom stvorili, ostvariće se mnogo veći stepen racionalizacije prilikom korišćenja tih sredstava, a isto tako i znatno veći stepen korišćenja naučnih dostignuća i poštovanja naučnih dostignuća i poštovanja naučne zakonitosti u udruženom radu.

Poslovodna funkcija, kao profesionalna i izvršna funkcija, će i dalje biti neophodna u svakoj samoupravnoj organizaciji udruženog rada, naročito radi neposrednog i operativnog stručnog vođenja poslova u samoupravnoj tržišnoj privredi. Medjutim, poslovni organi ne smeju biti ovlašćeni da se mogu mešati u upravljanje poslovanjem, jer će to u sve većoj meri biti u dominantnoj nadležnosti samoupravnih organa.

Jedno od najznačajnijih komponenti u daljem razvoju samoupravljanja predstavlja razvoj samoupravnog planiranja i smanjenje uloge i funkcija države u oblasti planiranja, tj. proces sve većeg podruštvljavanja državnih funkcija i politike uopšte, a naročito u oblasti planiranja ukupnog i društvenog i privrednog razvoja.

Treba očekivati veoma značajne promene u oblasti sistema cena i prenošenje državnih funkcija u toj oblasti na odgovarajuće samoupravne organizacije i uopšte na udruženi rad. Trajnije povezivanje na tržištu pretpostavlja i uzajamno trajnije regulisanje cena proizvoda i privrednih usluga.



ISTRAŽIVANJE PARAMETARA MONTAŽNIH SISTEMA
U USLOVIMA PRIMENE POSTUPAKA GRUPISANJA

Ilija Čosić
Dragutin Zelenović

Fakultet tehničkih nauka Novi Sad
Institut za industrijske sisteme, Novi Sad, Jugoslavija

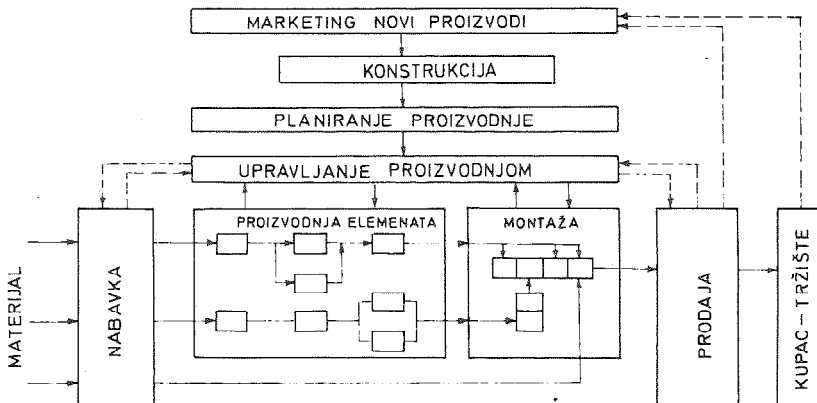
U radu se daje prikaz mesta montaže u procesima rada proizvodnih sistema a zatim se razmatra mogućnost primene postupaka grupisanja u procesima montaže i razvoj onštog modela sistema u montaži. Razvija se model za istraživanje osnovnih parametara montažnih sistema u uslovima primene postupaka grupisanja i daju se rezultati istraživanja datih parametara u realnim proizvodnim sistemima za montažu složenih proizvoda.

1.0. MONTAŽA - DEO PROCESA RADA U PROIZVODNOM SISTEMU

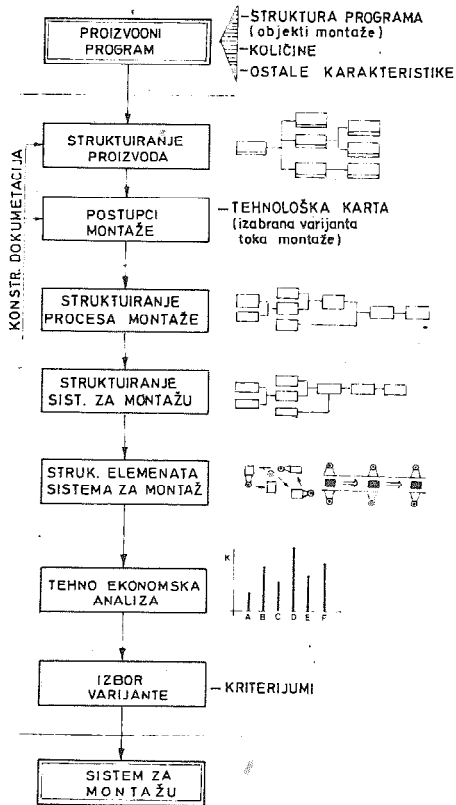
Industrijski proizvodi su najčešće skupovi elemenata koji se proizvode u različitom vremenu i na različitim mestima. Stoga, montaža predstavlja proces spajanja određenog broja podsistema u jedan kompleksan sistem koji ima unapred određene funkcije u vremenu. Podsistemi su u ovom slučaju elementi ili pak montažne grupe. Proizvodni sistem kao složen hijerarhijski sistem uvek ili u najvećem broju slučajeva sadrži u svom sastavu i podsistem u kome se odvija proces montaže.

Montažni sistem kao deo proizvodnog sistema ili pak kao poseban sistem ima složen zadatak definisan funkcijom kriterijuma u smislu dobijanja gotovog proizvoda određenog kvaliteta i radnih karakteristika.

U opštem slučaju montažni sistem je skup tako oblikovanih radnih mesta na kojima se mogu izvesti operacije montaže sa ili bez izvršilaca. Postupak strukturiranja sistema za montažu dat je algoritmom na slici 2.



Slika 1. Podsistem montaže u proizvodnim sistemima | 10 |



Slika 2. Postupak struktuiranja sistema za montažu

2. GRUPISANJE U MONTAŽI - PODLOGA ZA OBLIKOVANJE SISTEMA U MONTAŽI

Osnovu grupisanja u montaži predstavlja oblikovanje operacijskih grupa na osnovu kriterijuma razvrstavanja. Prvo razvrstavanje predstavlja podjelu delova prema fazama montaže, gde se mora imati u vidu da "Deo u montaži" predstavlja skup elemenata objedinjenih u celini u nekoj fazi montaže. Montirani proizvod je u stvari skup delova sjedinjenih medjusobno elementima veze u nizu faza montaže. Drugo razvrstavanje predstavlja oblikovanje operacijskih grupa na svakoj fazi. Tako se na osnovu kriterijuma prvog razvrstavanja oblikuju TEHNOLOŠKE GRUPE kao grupe delova proizvoda koje se montiraju na istoj vrsti (fazi) montaže.

Do sada su poznate sledeće vrste spajanja delova:

- vijcima
- zavarivanjem
- zakivanjem
- klinovima
- žljebovima raznih oblika
- presovanjem
- lemljenjem
- lepljenjem
- savijanjem
- ulivanjem, itd.,

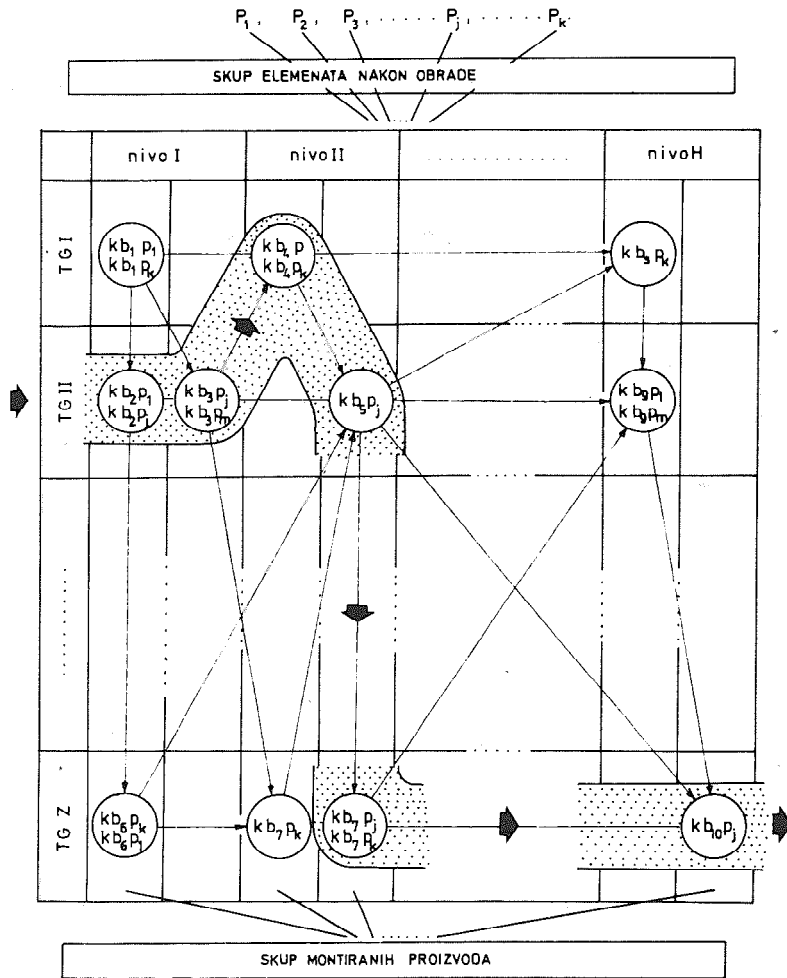
koje ujedno predstavljaju kriterijume za definisanje tehnoloških grupa.

Kriterijumi drugog razvrstavanja su dati kao elementi klasifikacionog sistema na osnovu koga se formira klasifikacioni broj (K_{bij}) za svaki deo svakog proizvoda u svakoj fazi montaže. Delovi sa istim klasifikacionim brojem koji se mogu montirati na istom radnom mestu sa grupnim priborima i alatima sa ili bez učešća ručnog rada čine OPERACIJSKU GRUPU delova u montaži. Kriterijumi razvrstavanja su sledeći:

- vrsta i način spajanja
- dimenzije elemenata koji ulaze u montirani deo i dimenzije montiranog dela
- mase delova
- složenost elemenata koji se ugradjuju u deo
- broj elemenata koji se ugradjuju
- količina utrošenog rada
- transportno sredstvo, itd.

Za slučaj proizvodnog programa od $n = 1 \dots j$ proizvoda gde svaki ima $q = q_1 \dots q_j$ komada proizvoda i $Q = Q_1 \dots Q_j$ delova u proizvodu mogu se predstaviti u osnovi tokovi materijala prema slici 3.

U rezultatu istraživanja primene postupaka grupisanja u montaži razvijen je opšti model tokova materijala u procesima montaže [6] gde je osnovna veličina OPERACIJSKA GRUPE delova u montaži Q_{opi} koja je data izrazom:



Slika 3. Šema grupnih tokova u montaži

$$Q_{opi} = \sum_{j=1}^k (q_{ji} \sum_{i=1}^{i=s} Q_{ii}^j)$$

gde je:

q_{ji} $\frac{\text{jed.pr.}}{\text{vr.per.}}$ - količina j-tog proizvoda

$\sum_{i=1}^{i=s} Q_{ii}$ - ukupan broj delova i-tog proizvoda na i-toj fazi montaže

Određivanjem fondova potrebnih vremena (T_i) za montažu operacijskih grupa duž nekog toka i stavljanjem u odnos sa efektiv-

nim kapacitetom dobija se izraz za koeficijent serijnosti u uslovima primene postupka grupisanja u vidu:

$$K_{ser}^* = \frac{\sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^k (q_{ji} \sum_{i=1}^s Q_{ii}^j \cdot t_{ii}^j))}{K_e} \geq 1$$

gde je:

$\sum_{j=1}^k (q_{ji} \sum_{i=1}^{i=s} Q_{ii}^j \cdot t_{ii}^j)$ - fond potrebnoq vremena (T) za montažu delova operacijske grupe

a
 K_e - efektivni kapacitet sistema
 i predstavlja osnovnu podlogu za izbor varijante sistema montaže u uslovima opšteg modela proizvodnih sistema kako je to dato na slici 4.

3. OSNOVNI PARAMETRI SISTEMA U MONTAŽI

Opšti model tokova materijala u montaži pruža mogućnosti za dalja istraživanja parametara varijanti sistema u montaži u cilju njihovog bližeg određivanja i stvaranja

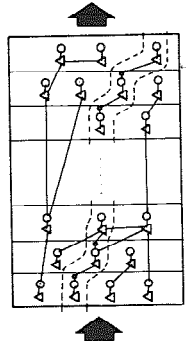
nodloga za ugradnju takvih veličina u fazi projektovanja sistema za montažu uz očuvanje izlaznih karakteristika sistema i zadovoljavajuću pouzdanost datih sistema. U rezultatu istraživanja proizilaze sledeći parametri montažnih sistema:

- koeficijent serijnosti
- stepen univerzalnosti
- stepen fleksibilnosti
- stepen podele rada
- stepen kvalifikacije radnika
- stepen složenosti sistema

1. Koeficijent serijnosti:

je predstavljen kao je rečeno odnosom izmedju fonda potrebnog vremena i efektnog kapaciteta u vidu:

Opšta skica procesa	Tip montaže	Ograničenja	R. br.
<p>OPŠTA SKICA PROCESA</p>	maloserijska montaža (montaža velikih brojeva identičnih komponenti)	$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (c_{ij} \cdot q_{ij}^2) < K_k$ $\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (c_{ij} \cdot q_{ij}^2) < \max K_k$	1
	srednjoserijska montaža	$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (c_{ij} \cdot q_{ij}^2) < K_k$ $\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (c_{ij} \cdot q_{ij}^2) < \max K_k$	2
	velikoserijska montaža	$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (c_{ij} \cdot q_{ij}^2) < K_k$ $\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (c_{ij} \cdot q_{ij}^2) < \max K_k$	3
	velikoserijska montaža (višepredmetna protočna linija)	$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (c_{ij} \cdot q_{ij}^2) < K_k$ $\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (c_{ij} \cdot q_{ij}^2) < \max K_k$	4
	masovna montaža (višepredmetna protočna linija)	$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (c_{ij} \cdot q_{ij}^2) = K_k$	5
	masovna montaža (jednoprjednne protočne linije)	$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (c_{ij} \cdot q_{ij}^2) < K_k$	6



Slika 4. Razvijen oblik opšteg modela tokova materijala u montaži

$$K_{ser}^* = \frac{\sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^k q_{ji} \sum_{i=1}^s Q_{ii}^j t_{ii}^j)}{K_e}$$

i osnova je za utvrđivanje tipa tokova u sistemu i podloga za utvrđivanje zavisnosti sa ostalim parametrima sistema.

2. Stepen univerzalnosti

je definisan kao recipročna vrednost stepena serijnosti i dat je u obliku:

$$u = \frac{1}{K_{ser}^*} = \frac{K_e}{\sum_{i=1}^m (\sum_{j=1}^k (q_{ji} \sum_{i=1}^s Q_{ii}^j t_{ii}^j))}$$

i osnova je za utvrđivanje fleksibilnosti tokova u sistemu.

3. Stepen fleksibilnosti

predstavlja, ustvari, sposobnost sistema određene, u datim vremenskim granicama posmatrane kao konstanta strukture, za prilagđivanje uslovima - promenama u okolini, zahtevima postupka rada i poremećajima u procesima rada delova i strukture u celini.

Mera fleksibilnosti montažnih sistema je data veličinom funkcionalne podobnosti, koja predstavlja verovatnoću da će se data struktura montažnog sistema, uspešno, u granicama konstrukcijskih veličina, prilagoditi uslovima okoline, zahtevima postupka rada i poremećajima u procesu.

Kako je struktura montažnog sistema uslovljena tehnološkim, kapacitivnim, prostornim i radnim parametrima to je ukupni stepen fleksibilnosti sastavljen od:

- tehnološkog - f_T
- kapacitivnog - f_k
- prostornog - f_p i
- radnog - f_R

stepena fleksibilnosti koji se određuju posebno za svaki elemenat sistema, dok je fleksibilnost sistema određena kompozicija fleksibilnosti elemenata sistema.

Tehnološka komponenta

je određena mogućnostima posmatranog tehnološkog sistema u smislu prihvatanja obje-

kata montaže ili baznog elementa i predstavlja verovatnoću da će dati tehnološki sistem uspešno izvršavati projektovani proces rada u granicama ugrađenih tehnoloških mogućnosti.

Ako je:

p_t - teorijska veličina nekog tehnološkog parametra a

p_e - efektivna veličina datog parametra tada je odnos

$$\eta_{e_t} = \frac{p_e}{p_t}$$

stepen iskorišćenja datog parametra a razlika

$R = p_z - p_e$ - rezerva datog parametra koja dozvoljava prilagđivanje uslovima okoline i promenama u procesu rada (slika 5).

Stepen fleksibilnosti se računa za svaki parametar $f_{i(p)}$ a zbog njihove nezavisnosti ukupan stepen tehnološke komponente će biti

$$f_T = 1 - \prod_{i=1}^k (1 - f_{i(p)})$$

Kapacitivna komponenta

je određena razlikom

$$R_k = M_{i_u} - M_{i_p}$$

gde je:

M_{i_u} - usvojen broj jedinica opreme

M_{i_p} - proračunat broj jedinica opreme

u vidu

$$f_{k_i} = \frac{R_k}{M_{i_u}} = \frac{M_{i_u} - M_{i_p}}{M_{i_u}} = 1 - \frac{M_{i_p}}{M_{i_u}} = 1 - \eta_i$$

gde je:

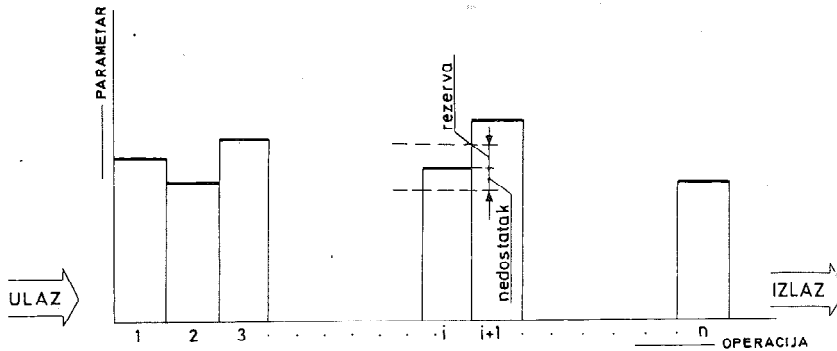
η_i - stepen iskorišćenja opreme u montaži

Kapacitivna komponenta fleksibilnosti se određuje za svaku operaciju u montaži a ukupna kapacitivna fleksibilnost je jednaka najmanjoj fleksibilnosti neke operacije:

$$f_k = f_{ki} \min$$

Prostorna komponenta

predstavlja verovatnoću da će svaki novi



Slika 5. Vrednosti parametara duž toka

- izabrani tehnološki sistem na operaciji "i" nema dovoljnu funkcionalnu podobnost za dati parametar proizvodnog programa
- izabrani tehnološki sistem na operaciji "i" je dovoljno fleksibilan da se može prilagoditi promenama u datom toku sistema

zahtev u pogledu prostorne strukture a izazvan promenama u programu proizvodnje biti realizovan.

Prostorni stepen fleksibilnosti se određuje za sistem u vidu [8]:

$$f_p = 2(\bar{i}-1) \frac{K_e \cdot \alpha}{m \sum_{i=1}^m T_i}$$

gde je:

- \bar{i} - prosečan broj faza rada u sistemu
- α - stepen sličnosti delova u toku

Radna komponenta

predstavlja verovatnoću da će učesnik u procesu bez prethodnog obučavanja sa svrsishodnim stepenom učinka preuzeti određenu delatnost, nastalu, zbog određenih promena u procesu. Mobilnost učesnika u procesu se određuje kao odnos:

$$m_R = \frac{r_R}{r_T}$$

gde je:

- r_R - količina rada kojom vlada učesnik
- r_T - količina rada u posmatranom procesu

Radni stepen fleksibilnosti sistema je

$$f_R = \frac{\sum_{i=1}^m m_{Ri}}{z}$$

gde je

z - broj radnih mesta u sistemu montaže

Obzirom da ova komponenta ima uticaja na ukupnu tehnološku fleksibilnost (f_T) to će biti

$$f_T = f_T^- \cdot f_R = |1 - \prod_{i=1}^n (1-f_i(p))| \cdot f_R$$

Na osnovu datih razmatranja ukupan stepen fleksibilnosti sistema u montaži će biti:

$$f_s = |1 - (1-f_T)(1-f_k)| \cdot f_p$$

4. Stepen podela rada

je obrnuto srazmeran broju faza po operaciji i dat je kao odnos:

$$p = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^m Z_i}$$

gde je:

- Z_i - broj zahvata u operaciji
- m_i - broj operacija u toku montaže

5. Stepen kvalifikacije učesnika u procesu rada

obuhvata stepen stručnosti radnika u datom sistemu a komponente su:

- školska sprema (K_S)
- radno iskustvo (K_R)

i računa se za svakog učesnika kao

$$K_i = K_S + K_R$$

gde je:

K_S - određeno prema kategorizaciji SIZ UO od 1-8

$K_r = \frac{g_r}{40}$ gde je g_r - broj godina radnog iskustva

Ukupni stepen kvalifikacije učesnika u procesu će biti:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^z K_i}{Z_i}$$

gde je:

Z_i - broj učesnika u sistemu montaže

.6. Stepen složenosti sistema

imajući u vidu činjenicu da je montažni sistem integrirani sistem to je stepen složenosti sistema u montaži:

$$K_s = \frac{S_s}{S_{smax}} = \frac{S_r + S_t}{11}$$

gde je:

$$S_s = S_r + S_t$$

S_r - stepen složenosti radne strukture (0-9)

S_t - stepen složenosti transportne strukture (0-2)

Ocena stepena složenosti radne i transportne strukture vrši se u skladu sa podelom na slici 6.

.7. Broj delova u operacijskoj grupi

je poseban parametar koji predstavlja meru stepena fleksibilnosti sistema i ograničavajući je faktor primene postupaka grupisanja u montaži. Optimalan broj delova operacijske grupe (K_i) je funkcija troškova procesa rada i konstruktivnih mogućnosti instaliranih pribora. U tom smislu varijanta broj jedan sistema u montaži (sl.4) pruža najveće mogućnosti primene postupaka grupisanja ($K_i > 1$), dok varijanta broj šest pruža ograničene mogućnosti primene postupaka grupisanja te je $K_i = 1$. U ovom slučaju K_i može biti veće od 1 ukoliko je veliki koeficijent sličnosti delova i ako to dozvoljava konstrukcija inače specijalizovane opreme.

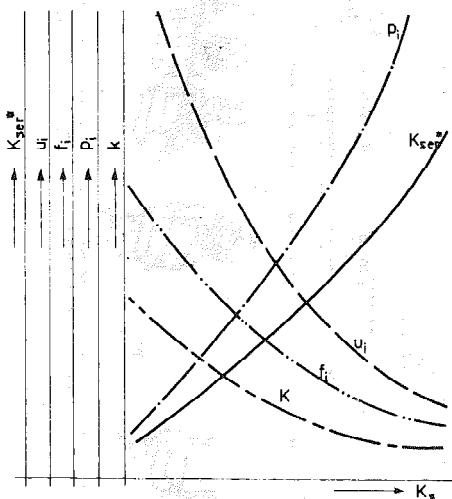
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA PARAMETARA MONTAŽNIH SISTEMA U OKVIRU OPŠTEG MODELA

Na osnovu prethodnih razmatranja izvršena su istraživanja u realnim sistemima

u montaži i dobiveni su rezultati kako sledi:

Istr. sis.	p a r a m e t r i						Varij. sist. prema sl.4
	K_{ser}^* 1	u_i 2	f_i 3	p 4	k 5	k_s 6	
1	0,86	1,15	0,63		0,17	0,09	1
2	0,9	1,11	0,48		0,29	0,09	1
3	3,71	0,27	0,17	0,5	0,15	0,42	4
4	3,86	0,26	0,12	0,5	0,15	0,41	4
5	5,48	0,18	0,007	0,7	0,14	0,48	5
6	8,84	0,12	0,002	0,8	0,13	0,4	5

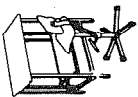



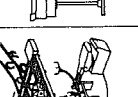



































































što se dijagramski može predstaviti kao na slici 7.



Slika 7. Parametri sistema u funkciji stepena složenosti montažnih sistema

5. ZAKLJUČAK

Data razmatranja ukazuju da razvijeni opšti model tokova materijala u sistemima omogućuje dalja istraživanja osnovnih parametara sistema u montaži, njihovo kvantificiranje i poredjenje sa istim veličinama u individualnim tokovima. Od izuzetnog značaja je određivanje ovih parametara za pot-

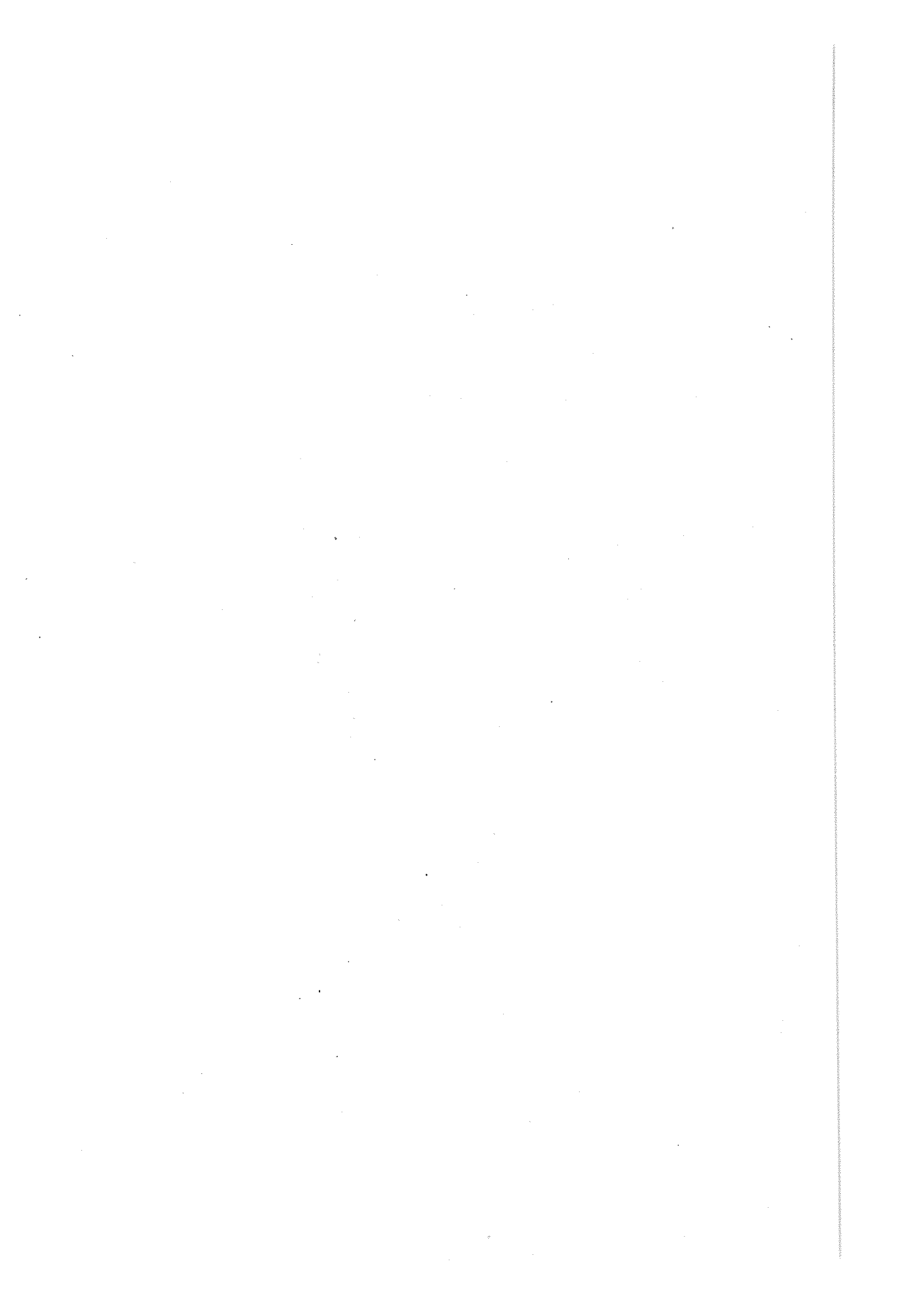
STRUKTURE TOKOVA		MATERIJALA (OBEKTA MONTAŽE)								
OSN I POK STRUKTURE	BENEFITNOSTI SISTEMA E	VISTA RADA PRESEČNI POSEJUNAČNI TOKOV ČOVEK	MEHANIČAN RAD		AUTOMATIZOVAN RAD		OPTIMALAN RAD (NA OSNOVU PROGRAMA)			
			RUČNI RAD PRESEČNI POSEJUNAČNI TOKOV ČOVEK	PRESEČNI INDIVIDUALNI I GRUPNI TOKOVI MAŠINA	KONTINUIRANI GRUPNI I POSEJUNAČNI TOKOVI MAŠINA	MAŠINA				
$q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8, q_9, q_{10}$	$n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6, n_7, n_8, n_9, n_{10}$	$t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}$	$h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8, h_9, h_{10}$	$l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7, l_8, l_9, l_{10}$	$g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6, g_7, g_8, g_9, g_{10}$	$u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8, u_9, u_{10}$	$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}$	$w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7, w_8, w_9, w_{10}$		
STEPEN BENEFITNOSTI	NEREGULISANA - NERITMIČNA PROJEKCIJA VODIJA	POLEDNJAŠNA	1 RUČNI ALATI BEMKID - VAN	2 MALOGRUBA	3 SREDNJEGRUBA	4 VELIKOGRUBA	5 VELIKOGRUBA	6 MASOVNA	7 MASOVNA	8 MASOVNA
TIP PROJEKTOVA	0 RUČNI ALATI I PANGI	1 RUČNI ALATI BEMKID - VAN	2 UNIVERZALNI SISTEMI	3 BREMNI SISTEM NAMERENJE TIA	4 TRANSPORTNI SISTEM IZ- BESNOG TIPA PRIMO - KOD OBLANA	5 VELIKOGRUBA	6 MASOVNA	7 MASOVNA	8 MASOVNA	
STEPEN SLOŽ.	0 RUČNI ALATI I PANGI	1 RUČNI ALATI BEMKID - VAN	2 UNIVERZALNI SISTEMI	3 BREMNI SISTEM NAMERENJE TIA	4 TRANSPORTNI SISTEM IZ- BESNOG TIPA PRIMO - KOD OBLANA	5 VELIKOGRUBA	6 MASOVNA	7 MASOVNA	8 MASOVNA	
MONTAŽE										
MONTAŽE										
PRESE- NJA										
PRESE- NJA										
INFORMACIJA										
INFORMACIJA										
INFORMACIJA										
INFORMACIJA										

Slika 6. Uz ocenu stepena složenosti sistema

punije definisanje projektovanih varijanti sistema i izbora optimalne varijane za izgradnju.

LITERATURA

- [1] Zelenović, D. Istraživanje uticaja uvođenja tehnoloških struktura određenog stepena složenosti na ponašanje radnih i izlaznih karakteristika proizvodnih sistema u vremenu, doktorska disertacija, Novi Sad, 1974.
- [2] Zelenović, D., The contribution to the investigation of conditions for the establishment of the general model of material flows of production system in metal-working industry The 4-th, International conference du Production research, Tokio 1977, Japan
- [3] Zelenović, D. Proizvodni sistemi, knjiga 1, Naučna knjiga, Beograd, 1973.
- [4] Todorović, J., Zelenović, D. Efektivnost sistema u mašinstvu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad-Beograd, 1978.
- [5] Ristić, D. Pouzdanost sredstava za proizvodnju u eksploataciji, magistarski rad, Novi Sad, 1974.
- [6] Ćosić, I. Prilog istraživanju montažnih sistema u uslovima opšteg modela proizvodnih sistema, magistarski rad, Novi Sad, 1979.
- [7] Schmigalla H. Methoden zur optimalen Maschinenanordnung VEB Verlag Technik, Berlin, 1970.
- [8] Jeager, H. Projektovanje proizvodnih procesa i automatizacija proizvodnje, Fakultet tehničkih nauka, Zagreb-Novı Sad, 1980.
- [9] Warnecke, H.J., Löhr, H.G., Kiener, W., Montagetechnik Schwerpunkt der Rationalisierung, Krausskopf, Mainz, 1975.
- [10] Ćosić, I., Simić, M. Strukturiranje proizvoda kao podloga za projektovanje proizvodnih sistema u montaži, PPS '80, Novi Sad, oktobar 1980.
- [11] Brankamp, K. Systematische Erzeugnisgliederung als Voraussetzung für eine rationelle Auftragsabwicklung, Industrie-Anzeiger 91(1969)106.
- [12] Eversheim, W., Schimke, E. Auslegung von Nadhabungssystemen auf der Grundlage einer funktionalen Betrachtung der Herstellprozesse, TZ-für praktische Metallbearbeitung 69(2978) Nr.6.



PRIVREDNA ORGANIZACIJA KAO SLOŽENI DINAMIČKI SISTEM I
PITANJA PARTICIPACIJE I SAMOUPRAVLJANJA

Dr DUŠAN ČALIĆ

JUGOSLAVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI ZAGREB

Savjet Federacije, 41000-ZAGREB, Radićev trg br. 2.

Rezime

Efikasnost svakog složenog sistema zavisi od njegove sposobnosti prilagodjavanja promjenama, od jedinstva akcije prema utvrdjenom cilju, i od inicijativnosti podsystema, uključujući i individue. Tako se radja problem funkcionisanja složenih sistema i pitanja participacije i samoupravljanja. U SFRJ, osnovni privredni subjekt je osnovna organizacija udruženog rada. Pred nas se postavlja pitanje kako ona rješava gornji zadatak, ali posmatrano u sklopu zakonitosti razvoja proizvodnih snaga društva. Došli smo do zaključka, da ne na zadovoljavajući način. Osnovni uzrok slabosti se po našem mišljenju nalazi u; simplifikaciji suštine OOUR, u dominaciji politike nad ekonomikom, odnosno u potiskivanju djelovanja objektivnih ekonomskih zakona.

PRIVREDNA ORGANIZACIJA KAO SLOŽENI
DINAMIČKI SISTEM I PITANJA PARTICIPA-
CIJE I SAMOUPRAVLJANJA

Razvoj proizvodnih snaga društva doveo je do toga da se u kapitalizmu privredna poduzeća konstituišu kao složeni dinamički sistemi, što mu omogućava rentabilnije i efikasnije poslovanje. Naime, logika kapitalizma, čiji je pokretač maksimalizacija profita, traži od poduzeća da bude što konkretnija na tržišta, a to znači da posluje rentabilnije, efikasnije i produktivnije. Mnogi faktori određuju stepen rentabilnosti, efikasnosti i produktivnosti. Svodeći ih sve na jedan imenitelj, to je stalno razvijanje specijalizacije, diferencijacije, kooperacije i integracije društvenih procesa rada, ali na sve višem nivou. Pod pojmom viši nivo treba razumjeti, eliminisanje nepotrebnih faza rada. Šta se u datom vremenu, na datom nivou razvijenosti proizvodnih snaga pokazuje kao nepotrebna faza rada, zavisi od postignutog nivoa

specijalizacija i kooperacije, a one uključuju u sebe i nova tehnička i tehnološka rješenja, odnosno razvoj specijalizacije i kooperacije, predpostavlja sve viši nivo racionalnosti u društvenom procesu rada, a to je istovjetno sa razvojem planiranja. Ove objektivne zakonitosti se odvijaju i na nivou poduzeća, ali i na nivou nacionalne privrede. Već je i F. Engels konstatovao visok nivo planomjernosti postignut u najrazvijenijim kapitalističkim poduzećima njegova doba. V.I. Lenjin, ocjenjujući Taylorov sistem podvlači u njemu elemente progresa koji se sastoje iz niza "najbogatijih naučnih dostignuća u analizi mehaničkih pokreta pri radu, eliminisanje suvišnih i nespretnih pokreta, izrade najpravilnijih metoda rada. Uvodjenja najboljih sistema evidencije i kontrole itd". Istina V.I. Lenjin podvlači i eksploatatorski element Taylorova

sistema. Ovoqa puta ostavljamo po strani problem društvenih okvira kapitalizma i mogućnosti razvoja planiranja u tim okvirima na nivou nacionalne privrede. U savremenom kapitalizmu ovaj problem se mora razmatrati u prvom redu povezano sa sve jačom državnom intervencijom u privredi. No, to je posebno pitanje. Sada nas posebno interesuje rast privrednog poduzeća kao složenog sistema i pitanje participacije, odnosno kod nas razvoja samoupravljanja.

Da bi kapitalističko privredno poduzeće bilo što konkurentnije na tržištu, zakonomjerno, ono se mora razvijati u svim pravcima kako to traži dati nivo razvijenosti proizvodnih snaga. U naše doba, epohe naučno-tehnološke revolucije, udarna snaga poduzeća postaju naučno-istraživački instituti. Znači, i u tom pogledu se treba boriti za vodeću poziciju. Ali i drugi faktori su neobično važni za formiranje efikasnosti poslovanja poduzeća kao što su: snaga samofinansiranja; mogućnosti dobijanja kredita; kadrovski potencijal, što neka poduzeća navodi, da osnivaju vlastite fakultete itd. Sve to rečeno, kao i neki drugi faktori, neminovno vodi do rasta poduzeća i po obimu, to jest veličini iskazanoj po broju zaposlenih, veličini bruto prometa, broju filijala i njihove rasprostranjenosti po zemljama itd. Poduzeće raste kao sve složeniji dinamički sistem, koji je svoj najviši nivo danas doseglo u multinacionalnim kompanijama. Bez obzira kako tko gledao na MC, one su i zakonomjerni oblik razvoja podružtvljenja procesa rada u kapitalizmu, a isto tako i oblici razvoja proizvodnih snaga. Ostavljamo postrani

njihovu negativnu ulogu u razvoju svijetske privrede i izgradnji novog međunarodnog ekonomskog poretka. (O tome sam pisao na drugim mjestima.) Sve ovo gore skicirano, treba samo da pokaže, da zakonomjerni razvoj proizvodnih snaga traži sve punije podružtvljenje procesa rada u društvu, što u kapitalizmu teže kao rast kapitalističkih poduzeća kao sve složenijih dinamičkih sistema. Svaki složeni sistem, sastavljen od mnogo podsistema da bi bio optimalno efikasan, mora pronalaziti najbolja rješenja na liniji-jedinstvenog centralističkog odlučivanja s jedne strane i optimalizacije inicijativnosti - podsistema svakog nivoa s druge strane. Grubo govoreći to je pitanje centralizacije i decentralizacije. Ali, pitanje centralizacije i decentralizacije kod privrednih organizacija je određena specifičnost jer se radi o ljudskim individuima. One su neposredni njihovi nosioci. Individua je nosioc aktiviteta složenog sistema, poduzeća. Da bi ona djelovala tako, da maksimalno pridonese efikasnosti čitavog sistema, mora u prvom redu u tom smislu biti zainteresovana, a zatim mora biti i u mogućnosti da u tom smislu djeluje.

Ovaj problem stalno moraju rješavati savremena kapitalistička poduzeća. On je time oštrij što je poduzeće veći složeni dinamički sistem, konkretno on je najoštrij kod MC. Ovaj problem je podavno uočen, i rukovodstva kapitalističkih poduzeća traže puteve, kako da sornju suprotnost ublaže, što neminovno vodi ka participaciji. Izvan okvira naše teme je razrada formi i metoda kako poticanja

zainteresovanosti individue u kapitalističkim poduzećima.

Problem postizanja što višeg nivoa efikasnosti poduzeća kao složenog sistema i širenja inicijativnosti pod sistema sve do poticanja inicijativnosti individue, i dalje ostaje suštinsko pitanje funkcionisanja savremene privrede. Sam problem u naše doba dobiva novu dimenziju, vezano uz neminovnost izgradnje društvene individue, kao kreativne ličnosti. Opšte zakonitosti razvoja društva traže izgradnju društvene individue kao slobodne kreativne ličnosti. Gornja neminovnost razvoja društva, postavlja kao nužnost likvidaciju postojećih formi objenacija, što mi u SFRJ želimo postići razvojem samoupravljanja kao društvenog odnosa, počevši od osnovne organizacije udruženog rada, mjesne zajednice, do organiziranosti društva kao totaliteta. Prema tome, savremena privreda bilo kapitalistička, bilo socijalistička, nošena logikom razvoja na sadašnjem stupnju razvijenosti proizvodnih snaga, traži sve razgranatiji sistem privredjivanja s jedne strane putem specijalizacije društvenih procesa rada, a s druge strane kroz sve bolju kooperaciju, i povezanost privrednih subjekata, a što sve skupa predstavlja sve viši nivo planomjernosti.

Kako se ta zakonomjernost manifestira u SFRJ. Da bi se određena radna organizacija razvijala u gore navedenom smislu, ona mora da se razvija u smislu teorije složenih dinamičkih sistema. Konkretnije govoreći, ona mora da u stalnim proporcijama osigurava kako tehnički progres, tako i realizaciju, obezbeđenje kadrovima, da raz-

vija naučno-istraživački rad, finansijsko poslovanje, organizaciju procesa rada, i tako dalje. Svaka radna organizacija je živi organizam, koji da bi se razvijao, mora imati sve gore navedene sektore. U pravilu to predpostavlja postojanje nekoliko OOUR, odnosno kod većih radnih organizacija veliki broj OOUR-a. Moderna radna organizacija nije zbir dijelova. Ona je novi kvalitet. Da bi bila novi kvalitet ona u svom razvoju mora prema prilikama i uslovima provoditi određenu razvojnu politiku, koja po vremenu daje prioritet određenim OOUR-ima. Tako dolazimo do problema razvoja samoupravnih društvenih odnosa, unutar složene radne organizacije, iz aspekta proklamiranog prava OOUR, da OOUR, jedini odlučuje o svom radu i rezultatima svojeg rada. Ovo pravo OOUR-a u sklonu složene organizacije može ostvariti samo ako svoja određena neposredna prava prenese na zajedničke organe složene organizacije. Da bi on tako i postupio mora za to biti zainteresovan, odnosno privredni sistem, ekonomska politika i njeni instrumenti ga u tom pravcu moraju gurati. Poticati OOUR u tom smislu može samo ekonomska logika, a da bi se takva logika i formirala, potrebno je mnogo novoga izgraditi u samim ekonomskim odnosima među OOUR-ima unutar složene organizacije. Ilustrirajmo to slijedećim primjerom. Znamo da godinama kod nas traje kriza stočarstva. Poljo-privredno-prehrambeni kombinat "Bečaj" nema šesnaest godina negativni saldo u stočarstvu, a on tržištu godišnje isporučuje 100.000 tovnih svinja, i sprema se za izgradnju nove farme za proizvodnju još 25.000 tovljenika.

Ratari tog kombinata isporučuju kukuruza za tov po 4 dinara, iako je cijena kukuruza na tržištu dosizala 5,40 dinara. Formalno gledajući OOUR ratara je izgubio, ali je zato zaradio kombinat. U prodajnoj cijeni kilograma svinjetine kukuruz je realizovan po šest dinara. Jasno, OOUR stočara je suglasno ekonomskoj logici koristio svrsishodno svoje pravo raspolaganja rezultatima svoga rada. Ali, kombinat je složen dinamički sistem, i ne sastoji se samo od ratara i stočara. Saradjujući sa naučnim radnicima poljoprivrednog fakulteta, odgojili su nam sortu svinja, koja uz manja ulaganja daje više mesa. Troškove saradnje sa naučnim ustanovama moraju pokrivati svi OOUR-i. Formiran je poseban štab stručnjaka, koji je svojim radom osigurao da ta nova sorta svinja utroškom 3,3 kg. hrane ima prirast od jednog kilograma mesa. Kombinat ima svoje priplodne krmače i svoju tvornicu hrane. Sve je to sinhronizovano tako da je reprodukciona cjelina osigurana. Tada je bilo moguće i provesti savremenu organizaciju procesa rada, tako da se za proizvodnju tovljene svinje od 100 kilograma, utroši tri sata ljudskog rada. Normalno da tako raste produktivnost rada, a onda je i sveukupni finansijski efekat dobar. Šta nam ovo govori. Kapitalizam je usavršio, i dalje usavršava proces rada, koristeći mnoge elemente, od kojih zavisi privredni razvoj. Kapitalističke kompanije posluju po logici kapitalističke ekonomije, u kojoj je zastupljen visoki stepen racionalnosti, ekonomičnosti i efektivnosti. Jasno na nivou nacionalne ekonomije, sve se više zaoštavaju osnovne suprotnosti čija je osnova dr-

uštvena proizvodnja, a privatno prisvajanje. Prema tome, mnogo toga mi možemo koristiti od iskustva poslovanja modernog kapitalističkog poduzeća. Jasno, kod nas moraju se razvijati drugi društveni odnosi, odnosi samoupravljanja. Na žalost mi izbjegavamo i da razmatramo moguće koristi iz poslovanja i rada kapitalističkog poduzeća. Jedan od razloga je simpliciranje suštine OOUR kao osnovne ćelije privrednog sistema. Ne pronalazimo puteve stvaranja uslova koji bi OOUR prisiljavali na poslovanje po logici optimalne racionalnosti, efikasnosti i poslovnosti. Kao što rekoh jedan od razloga je fetišizacija njihove apstraktne samostalnosti, koja se u praksi u mnogim situacijama pretvara u samosvjesnost, a što je sa stanovišta unapredjenja ekonomske racionalnosti negativno. Da bi se dovelo u sklad razvoja proizvodnih snaga i samoupravnih društvenih odnosa kod nas osim ostalog naše organizacije udruženoq rada moraju u svom funkcionisanju uvažavati zakonitosti imanentne privrednim složenim dinamičkim sistemima. Dijelim mišljenje kolege B.Šoškića o tom problemu koji kaže "...Problem posebnog razmatranja trebalo bi da budu ekonomski efekti formiranja osnovnih organizacija udruženoq rada odnosno nekih ekstremnih rješenja koja su u tom formiranju prihvaćena, koja su ih de fakto pretvorila u posebna preduzeća, sa svojim posebnim pravnim, računovodstvenim i drugim službama, što je dovelo, do povećanih troškova proizvodnje, do smanjene akumulacije, pa sledstveno tome, viših cena, niže konkurentske sposobnosti privreda, oteža-

nog izvoza i većeg platnog deficita."1/ Isto tako dijelim mišljenje. B. Šoškića i u pogledu nužnosti izgradnje krupnih složenih organizacija udruženog rada kao i u svršishodnosti izgradnje velikih sistema.

"... Samoupravnoj, kao i ostalim privredama, potrebna je integrisana, krupna serijska proizvodnja, koja može da dovede do ušteda velikih razmera, smanjivanje troškova proizvodnje, veće produktivnosti, snižavanja cena većeg izdvajanja za akumulaciju, tj. proširenu reprodukciju, veće konkurentske sposobnosti naše privrede. Samo krupne, složene organizacije udruženog rada, veliki sistemi, mogu da dovedu do radikalnog preloma u tekućim privrednim kretanjima i na spoljnoj - trgovinskoj sceni. Zbog toga udruživanje rada i sredstava uopšte, a posebno u okviru reprodukcije ..."1/

U našoj praksi a i u teoriji, dominirajući pokazatelj uspješnosti OOUR je optimalizacija dohotka. No, dohodak se može povećati na nekoliko načina. U prvom redu kroz uspješnije korišćenje faktora proizvodnje, ali i kroz povećanje cijena. U situaciji kada je preko 70% cijena, administrativno određena, veličina dohotka u većini slučajeva više zavisi da li će radna organizacija dobiti pravo od države za povećanje cijena; koliko će to povećanje biti, nego od uspješnijeg korišćenja faktora privredjivanja. Sve to pokazuje da treba likvidirati što veći broj administrativnih mjera i osloboditi djelovanje ekonomskih zakona. Ekonomski zakoni ne mogu svojim automatizmom upravljati u poželjnom pravcu privrednim kretanjima i

privrednim razvojem. Ali oni moraju biti kostur privrednog sistema, a svjesne akcije ljudi mehanizmom ekonomskih mjera, moraju da djeluju na ekonomske zakone, da bi oni to jest ekonomski zakoni djelovali u poželjnom pravcu, i da bi se postigao poželjan cilj. Zato je ekonomska politika i nauka ali i umjetnost. Svaki ekonomski zakon kako to kaže Marks se drugačije "prelama" u različitim privrednim sistemima, pa čak i u različitim okolnostima. A ekonomski subjekt još i više se u svom ponašanju prilagođava datim uslovima u kojim djeluje. To jasno važi i za OOUR.

Do danas ne možemo pozitivno ocijeniti djelatnost OOUR-a, kao osnovne ćelije privrednog sistema, a time i osnovne forme nosioca razvoja. OOUR, nije ostvario svoj uspjeh isključivo na boljem korišćenju faktora privredjivanja. Znamo kako slabo kod nas napreduju integraciona kretanja i kooperacija. Samoupravno sporazumijevanje i društveno dogovaranje nije do danas dalo očekivane efekte. Uz sve zaklinjanje i opredjeljenje nemamo jedinstvenog tržišta. OOUR-i nisu nosioci planomjernog razvoja privrede. I sada kako možemo ocijeniti mjesto OOUR-i kao osnovne institucionalne forme privrednog sistema u odnosu na privredni razvoj. OOUR-i nisu ispunili namjenu koja im je koncepcijom privrednog sistema, Ustavom i Zakonom o udruženom radu namjenjena. Da li su oni krivo izabrana institucionalna forma. Mislim da ih se sa tog stanovišta ne treba ocjenjivati. OOUR-i kao institucionalna forma nisu niti nešto apsolutno pozitivno a niti

negativno. Oni su relativno neutralni u odnosu na privredni razvoj. Do danas, se njihova suština simplicirano shvatala, što je negativno utjecalo na privredni razvoj. To je naročito dolazilo do izražaja u stavu da OOUR, raspolaže svojim dohotkom, kao da njegov dohodak ne zavisi od njegova odnosa sa drugim OOUR-ima. Takvi stavovi su poticali OOUR da formiraju svoju administraciju, da time povećavaju troškove poslovanja, da kad im ide dobro traže otojepljenje iz radne organizacije itd. Inače OOUR-i su se ponašali onako kako ih je unučivao čitav privredni sistem, ekonomska politika i njeni instrumenti. A pošto u privrednom sistemu dominira administrativno odlučivanje, gdje su u velikom procentu socijalizirani gubitci, gdje ne djeluje "princip povratne sprege" OOUR-i se nisu ni mogli ponašati poželjno, racionalno i po logici djelovanja prema optimalnoj ekonomičnosti i rentabilnosti. Smatram da je takvo djelovanje OOUR-a uslovljeno suštinom sveukupnog privrednog sistema, ekonomske politike i njenih instrumenata. A osnovna karakteristika postojećeg privrednog sistema je dominacija politike nad ekonomijom, a što rezultira visokim stepenom administrativnog odlučivanja odnosno potiskivanja ekonomskih zakonitosti. Pa gdje je izlaz.

Izlaz je u napuštanju postojećeg privrednog sistema i to na taj način da se oslobodi djelovanje ekonomskih zakonitosti, arhitekta odnosa u ekonomici, jer samo ekonomske zakonitosti mogu biti objektivni mjeritelj valjanosti ekonomskih kretanja. Ali, da ne bi bilo ne sporazuma. Ponavljam da nikakav automatizam djelovanja ekonomskih zakonitosti

ne može sam upravljati privrednim razvojem. Svjesni faktor čitavim mehanizmom ekonomskog djelovanja - poreskim sistemom, carinama, politikom cijena itd., mora djelovati na dejstvo ekonomskih zakona, jer kao što rekosmo, to djelovanje "preloma dejstvo ekonomskih zakona", u poželjnom pravcu.

Mislím da se socijalizam nalazi pred historijskim zadatkom da "ovlada postignutim tekovinama kapitalizma i da sa te osnove krene dalje, stvarajući svoju ekonomsku osnovu, na kojoj logički izrastaju i novi socijalistički samoupravni odnosi. Takav pristup razvoja privrede SFRJ, postavlja niz pitanja, na liniji pronalaženja oblika i metoda razvoja proizvodnih snaga kroz daljnje područjavanje procesa rada, a u obliku izgradnje sve složenijih dinamičkih sistema udruženog rada; SOUR-a, Viših privrednih udruženja, granskih povezivanja, razvoja reprodukcionih cjelina itd. Meni se čini da se pred nama u SFRJ otvaraju nova i nova pitanja povezana sa dva osnovna pravca razvoja: daljnje područjavanje procesa rada, razvojem suštine udruženog rada, što podrazumjeva, specifičnost formi razvoja složenih sistema s jedne strane i širenja inicijativnosti podsistema svih nivoa, uključujući i motivisanost društvene individue, što je u konačnoj liniji istovjetno sa likvidacijom postojećih oblika alijenacije odnosno istovjetno sa razvojem samoupravljanja. Promatran društveni razvoj SFRJ-u na ovaj način treba da bude okvir traženja rješenja problema neminovnosti izgradnje raznih formi složenih sistema s jedne strane i proširenja

inicijativnosti podсистema raznih
nivoa s druge strane, da bi se pos-
tigla optimalna efikasnost, renta-
bilnost, ekonomičnost i fleksibilnost
kako privrednih subjekata, tako i na-
cionalne ekonomije. Takav razvoj mora
maksimalno potaći porast produktivno-
sti rada, što je osnova svakog prog-
resa.

RAZVOJNE TENDENCIJE SAMOUPRAVNE ORGANIZACIJE UDRUŽENOG RADA

Dr A N T O N D E N O N A, dipl.oec.
Sveučilišni profesor

Fakultet građevinskih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Osnovni cilj ovog rada jest historijski prikaz razvoja privrednih organizacija i njihove uloge u procesu privredjivanja te u procesu razvoja proizvodnih snaga i društva kao cjeline. U prvom redu prikazan je razvoj kapitalističkih poduzeća od jednostavne kooperacije do osnivanja multinacionalnih kompanija. Zatim su dane osnovne karakteristike udruženog rada u nas, te uloga osnovne organizacije udruženog rada kao osnovne čelije društvene privrede da bi se na kraju dao osvrt na osnovne komponente udruživanja rada i sredstava u jugoslavenskoj privredi.

1. RAZVOJ PODUZEĆA U KAPITALIZMU

U svom razvoju kapitalizam je prošao kroz različite etape razvitka proizvodnih snaga. Počev od XVI stoljeća taj se preobražaj vršio kroz tri različita historijska stupnja i to kroz: jednostavnu kapitalističku kooperaciju, manufakturu (složenu kooperaciju) i krupnu mašinsku industriju. Manufaktura postaje osnovni tip kapitalističkog poduzeća i temelj kapitalističke robne proizvodnje.

Potkraj XVIII i početkom XIX stoljeća manufakturu potiskuje strojna proizvodnja pa nastupa period industrijskog kapitalizma. Premda se radna tehnika u manufakturi do XVIII stoljeća nije bitno promijenila (karakterizira je ručni rad), ipak je ona omogućila veću podjelu rada, specijalizaciju proizvodnje i usavršavanje sredstava za rad. Stoga se može reći da je manufaktura razvijala i prve znanstvene i tehničke elemente krupne industrije. Za domonopolistički kapitalizam bitno je to

što u privredi vlada slobodna konkurencija. Uloženi kapital u poduzećima relativno je malen, tako da gotovo u svakoj privrednoj grani postoji veliki broj malih inokosnih poduzeća. Trka za zaradom i težnja za održavanjem u konkurentskoj borbi stalno je poticala na razvoj proizvodnih snaga. Sve je to dovodilo do stalnog povećavanja poduzeća, do proširenja proizvodnje, ali i to propadanja mnogih inokosnih poduzeća. U isto vrijeme osnivaju se poduzeća s više vlasnika jer se pojedinačni kapitali ne mogu s uspjehom organizirati i održati u konkurentskoj borbi. Na taj način dolazi do pojave dioničkih društava i do monopola. Pojavu monopola uzrokovali su, dakle, procesi koncentracije i centralizacije kapitala. Monopoli postaju dominantan oblik privredjivanja. Oni vladaju cjelokupnim procesom društvene reprodukcije, tj. u proizvodnji, prometu (transportu), trgovini i bankarstvu.

Monopolističke organizacije javljaju se u obliku kartela, sindikata, trustova i koncerna. Kartel je udruženje dvaju ili više poduzeća (redovito iste privredne grane) koji se sporazumijevaju uglavnom o: kvoti proizvodnje, cijena i podjeli tržišta. Poduzeća koja su ušla u kartel i dalje zadržavaju svoju pravnu samostalnost. Kartela ima nekoliko tipova, a najpoznatiji su: pool (pul) ring i corner (kornjer). Pool (pul) je sporazum poduzeća o međusobnoj suradnji u proizvodnji, te izmjeni iskustva i pronalazaka. Može sadržavati i klauzule o diobi dobiti, o zajedničkom riziku, osnivanju zajedničkih prodajnih organizacija kao i druge klauzule. Ring je kapitalističko udruženje privremenog karaktera, a osniva se uglavnom radi stvaranja povoljnijih uvjeta kod kupnje i prodaje roba. Corner (kornjer) je udruženje kapitalista obično sa svrhom da pokupuje neke vrste roba i da je nakon toga prodaje po znatno višim cijenama. Ovi slučajevi mogu se pojaviti i u prometu s vrijednosnim papirima (dionicama, obveznicama i sl.). Sindikat je u stvari isto što i kartel, ali s tom razlikom što se udruženim poduzećima ograničava njihova trgovačka djelatnost. Formira se zajednički kupoprodajni ured. Taj ured dobivene narudžbe raspoređuje između članova sindikata prema unaprijed utvrđenom planu i ujedno prodaje robu udruženih članova sindikata. Zajednički ured raspoređuje i ostvareni profit, također po unaprijed utvrđenom ključu. Trust je oblik monopolističkih organizacija koji nastaje spajanjem, fuzijom redovito dvaju ili više poduzeća iste privredne grane. Udružena poduzeća formalno zadržavaju pravnu i ekonomsku samostalnost. Na čelu trusta uvijek stoji najjače poduzeće koje je stupilo u taj trust (Holding company). To je poduzeće koje ima

sigurnosni paket dionica, a time i odlučujuću riječ u trustu.

Koncern je takvo monopolističko udruženje u kojeg se udružuju poduzeća ili monopolističke organizacije različitih privrednih grana čija je proizvodnja međusobno usko povezana.

Takvi koncerni u koji se udružuju poduzeća ili monopolističke organizacije raznih privrednih grana, spada u vrstu vertikalnih koncerna.

Ako se u koncern udružuju poduzeća, karteli, sindikati i trustovi jedne proizvodne grane, tada govorimo o horizontalnom koncernu.

Kako koncerni, imaju vlast u najvećem dijelu nacionalne privrede i izvan nje, njihov je utjecaj odlučujući ne samo u privredi već i u politici zemlje. Imperijalizam se ne zadovoljava samo stvaranjem nacionalnih monopola, već se formiraju i tzv. internacionalni monopoli u okvirima svjetskog tržišta. Do osnivanja internacionalnih monopola dolazi kada se dva monopola iste privredne grane pojavljuju kao konkurenti na svjetskom tržištu. Da bi izbjegli konkurenciju oni se sporazumijevaju o podjeli svjetskog tržišta. Tako dolazi do ekonomske podjele svijeta.

2. OSNOVNE KONCEPCIJE UDRUŽENOG RADA

U prethodnom izlaganju razmotrili smo proces razvoja kapitalističkih poduzeća čiju je osnovu činilo privatno vlasništvo nad sredstvima za proizvodnju i na toj osnovi eksploatacija najamnog rada, čemu u osnovi daje pečat sam kapitalizam kao sistem i u njemu izgrađeni kapitalistički proizvodni odnosi. U nastavku mi ćemo u najkraćim crtama prikazati osnovne karakteristike udruženog rada u našoj zemlji, da bi se na taj način uočila razlika između razvoja kapitalističkih poduzeća i raznih oblika organizacija udruženog rada u nas. Za razliku od razvoja kapitalističkih

poduzeća čiju je osnovu činilo udruživanje kapitala, za stvaranje i rad organizacija udruženog rada kao i za cijeli društveni sistem u SFRJ primarno i odlučujuće je da se udružuje rad radnika, a ne da se stvara ili udružuje kapital. Udruženi rad uvijek podrazumijeva udruživanje nosilaca rada, tj. radnika i to slobodnih u pogledu udruživanja i ravnopravnih među sobom.

Postojanje i institucionalizacija organizacija udruženog rada jest uvjet za obavljanje privrednih i društvenih djelatnosti. Obavljanje ovih djelatnosti, pored radnika, zahtijeva i određena sredstva za proizvodnju. Da bi organizacija udruženog rada imala kvalitete samoupravnog sistema, sredstva za proizvodnju moraju biti u društvenoj svojini, a isto tako i rezultati rada, a radnici moraju biti slobodni i ravnopravni. Slijedeća bitna karakteristika udruženog rada jest ta što radnici rade u svom zajedničkom i društvenom interesu.

Radnik dakle ne radi za drugoga koji ga zapošljava, već za svoj interes i u interesu udruženih radnika organizacije u kojoj radi (zajednički interes) kao i u interesu društvene zajednice kao cjeline. Prema tome, puni pojam OUR-a jest u stvari "organizacija udruženog rada radnika sredstvima u društvenoj svojini".

3. OOUR KAO OSNOVNA ČELIJA DRUŠTVENE PRIVREDE

Status osnovne organizacije udruženog rada utvrđen je u čl. 13 ZUR-a. Prema odredbama ovog člana Osnovna organizacija udruženog rada osnovni je oblik udruženog rada u kojoj radnici zajedno i ravnopravno sudjeluju u procesu rada, upravljanju radom i poslovanjem u cjelokupnosti odnosa društvene reprodukcije, odlučuju o udruživanju rada i sredstava, odlučuju o cjelokupnom dohotku, ras-

poredjuju čisti dohodak, odlučuju o raspodjeli sredstava za osobne dohotke, stječu osobni dohodak prema rezultatima rada, utvrđuju međusobne odnose. Sva ova i druga prava ostvaruju pravom rada društvenim sredstvima. Iz ovih odredaba jasno proizlazi da je OOUR-a predviđena da egzistira kao osnovna ćelija društvene privrede i kao osnova udruživanja rada i sredstava u njoj. Sada se nehotice nameće pitanje da li to ona zaista i jest? Nisu rijetki oni koji tvrde da OOUR-a ovakva kakva jest ne može odigrati namijenjenu joj ulogu. Sada se postavlja jedno daljnje pitanje: da li je razlog tome defekt u koncepciji ili u provođenju te koncepcije u praksi? Da bi mogli odgovoriti na ova pitanja poći ćemo redom od odredaba čl. 320 ZUR-a. Prema odredbama ovoga člana radnici imaju pravo i dužnost da dio radne organizacije organiziraju kao osnovnu organizaciju udruženog rada pod ovim uvjetima:

- da takav dio čini radnu cjelinu,
- da se rezultat zajedničkog rada radnika u radnoj cjelini koja je organizirana kao osnovna organizacija može samostalno izraziti kao vrijednost u radnoj organizaciji ili na tržištu,
- da radnici kao osnovna samoupravna zajednica radnika u toj radnoj cjelini mogu ostvariti svoja društveno-ekonomska i druga samoupravna prava.

Što se tiče koncepcije mišljenja smo da tu pri govora nema. Ona je zaista sveobuhvatna i progresivna. Ono što po našem mišljenju stvara probleme u praksi pri provođenju ove koncepcije jest nedorečenost u nekim detaljima u vezi "radne cjeline" i nepreciznosti odnosno spornog pitanja u pogledu rezultata zajedničkog rada. U vezi s ovim pitanjima usko je povezan problem interne realizacije. Ona u velikoj mjeri utječe na reguliranje međusobnih odnosa unutar RO-e jer se interna realiza-

cija jednog dijela RO pojavljuje kao prihod, a u drugom kao trošak. Ove probleme pokušat ćemo rasvijetliti s nekoliko primjera iz prakse. Mišljenja smo da je ipak ključno pitanje razgraničavanje interne i eksterne realizacije. Naime, ni u ekonomskom ni u društvenom pogledu nije svejedno da li se rezultat rada kao vrijednost realizira na tržištu (eksterno) ili u samoj radnoj organizaciji (interno) i koliko je učestće eksterne i interne realizacije u ostvarenom ukupnom prihodu RO-e. Ako se radi o jednom finalnom proizvodu, npr. građevinskom objektu u kojem radi više OOUR-a u jednom uzastopnom procesu koji se odvija u fazama (etapama), onda se formulacija o rezultatu rada izraženog u vrijednosti može prihvatiti, jer svi ti OOUR-i rade na proizvodu koji će se u konačnici realizirati na tržištu. Tu se dakle ne radi o internoj realizaciji pojedinih OOUR koji su svoj dio posla prethodno obavili kao radnu cjelinu. U ovom slučaju može se govoriti o zajedničkom proizvodu, zajedničkom prihodu i zajedničkom dohotku koji se realizira na tržištu na bazi količine društvenog rada. Pogreška bi nastala onda kada bi se primijenio troškovni princip, tj. kada bi pojedini OOUR-i interno fakturirali svoj dio posla narednim fazama (etapama), odnosno OOUR-ima po svojim individualnim cjenama na temelju individualnog radnog vremena. U ovakvim slučajevima zbroj svih utrošenih individualnih radnih sati može biti veći ili manji od količine društveno priznatog rada na tržištu. Ako je zbroj individualnog rada veći od društveno priznatog, posljednja faza (etapa), odnosno OOUR, snosit će sve posljedice neproduktivnosti prethodnih faza (OUR-a) i obratno, ako su prethodne faze postigle veći stupanj produktivnosti, zbroj njihovog indivi-

dualnog rada bit će manji od društveno priznatog rada na tržištu, pa će tada rezultate njihove produktivnosti koristiti posljednja faza (OOUR-a). Dakle, razrješavanje ovakvih i sličnih problema treba tražiti kroz tržne elemente u obliku zajedničkog proizvoda, zajedničkog prihoda i zajedničkog dohotka. U konkretnom primjeru ne radi se o internoj već o eksternoj realizaciji. Međutim, bit će sasvim drugi slučaj na primjer sa "službom održavanja". Ova služba zaista čini zaokruženu radnu cjelinu i može se organizirati kao poseban OOUR. Ona će vršiti usluge proizvodnim OOUR-a u vezi s održavanjem strojeva, transportnih sredstava i drugih sredstava za rad. S tog naslova ona će ostvarivati ukupni prihod i dohodak, fakturirajući interno svoje usluge proizvodnim OOUR-ima (korisnicima usluga). U tom procesu dolazi do oprečnosti interesa proizvodnih OOUR-a i OOUR-a "održavanje". Proizvodni OOUR-i bit će zainteresirani da su im strojevi što više vremena ispravni i da s njima ostvare što veću količinu učinaka. Naprotiv, OOUR-a "održavanje" bit će zainteresiran da stroj bude što dulje na popravku kako bi mogao fakturirati što veći broj sati i ostvariti što veći prihod i dohodak. Ovako ostvareni prihod OOUR-a "Održavanje" u isto vrijeme je i trošak proizvodnih OOUR-a u kojem je sadržana i sva neefikasnost poslovanja OOUR-a "Održavanje". U ovakvim slučajevima proizvodni OOUR-i trpe dvostruku štetu:

- zbog neefikasnosti rada OOUR-a održavanje troškovi održavanja proizvodnih OOUR-a stalno rastu što se negativno odražava na stupanj ekonomičnosti njihovog poslovanja,
- što su strojevi duže vremena u OOUR-u "Održavanje" to su oni kraće vrijeme u proizvodnji, što se negativno odražava na količinu učinaka, produktivnosti, prihoda i dohotka.

Ovakvi i slični primjeri nisu u skladu s interesima RO kao cjeline jer ne djeluju integraciono već imaju tendenciju usitnjavanja i rasparčavanja, što se u krajnjoj liniji odražava kao dezintegracija ili kao proces razbijanje cjeline, a to je suprotno intencijama ZUR-a. Po našem mišljenju visinu troškova održavanja proizvodnih OOUR-a treba postaviti na sasvim drugu osnovu i poraditi na tome da se usklade interesi proizvodnih OOUR-a i službe održavanja. Radnike službe održavanja treba stimulirati na preventivno održavanje. Njihov prihod i dohodak trebalo bi vezati za ostvarene rezultate proizvodnih OOUR-a. Proizvodne OOUR-a ostvarit će veće rezultate poslovanja ako su im strojevi što duže vremena ispravni i u proizvodnom procesu. Da bi se to postiglo, služba održavanja trebala bi za održavanje strojeva koristiti pauze, dane i smjene u kojima proizvodni radnici ne rade. Radnici ove službe trebali bi više zaradivati ako manje rade. To je paradoksalno, ali ekonomski opravdano. Prihod službe održavanja nebi smio zavisiti od broja utrošenih sati na popravcima, već o rezultatima proizvodnih OOUR-a kojima su radnici službe održavanja svojom br igom o ispravnosti strojeva omogućili da ostvare bolje rezultate. U takvim slučajevima opet se ne radi o internoj realizaciji na troškovnom principu, već o učestvovanju u zajednički ostvarenom prihodu i dohotku koji je rezultat eksterne realizacije na bazi društveno priznate količine rada. To su otprilike i problemi koje bi trebalo uzeti u razmatranje prilikom organiziranja pojedinih dijelova RO kao OOUR-a. U gradjevinskim OOUR-a pojavljuje se još jedan karakterističan slučaj organizacije OOUR-a koji zaslužuje posebnu pažnju. Naime, s obzirom na to da se u isto vrijeme gradjev-

vinski radovi odvijaju na više gradilišta (lokacija) i u namjeri da se gradjevinska mehanizacija što bolje koristi, gradjevinski strojevi organiziraju se kao posebna OOUR-a. U ovakvim slučajevima s jedne strane imamo OOUR-a u kojima su samo manuelni radnici bez sredstava za rad (ili samo sa ručnim alatima), a s druge strane imamo OOUR "Mehanizacija" ^{koja} ostvaruje svoj prihod i dohodak fakturiranjem svojih usluga OOUR-a bez mehanizacije. I u ovom kao i u prva dva primjera pojavljuje se isti problem. Naime, i tu se može pojaviti dilema da li primijeniti troškovni princip s pojavom interne realizacije i internih troškova ili prihvatiti princip zajedničkog proizvoda, zajedničkog prihoda i zajedničkog dohotka na bazi eksterne realizacije i društveno priznatog rada. No bez obzira na to koji će se princip primijeniti u praksi, smatramo da ovaj problem zaslužuje posebnu pažnju jer je u principu neprihvatljivo stanovište da se radnici neke OOUR-a lišavaju sredstava za proizvodnju i odlučivanja o cjelokupnosti odnosa u politici proširene reprodukcije. Ovo su samo neki problemi koji se javljaju pri organiziranju pojedinih dijelova RO kao posebne OOUR-a. Njihovim razmatranjem i adekvatnim rješavanjima u mnogome se može doprinijeti boljim rješenjima organizacije udruženog rada, regulirati međusobne odnose i unaprijediti sistem samoupravljanja i doprinijeti da OOUR-a zaista postane osnovna jedinica društvene privrede.

4. OSNOVNE KOMPONENTE UDRUŽIVANJA U PRIVREDI

Historijski razvoj ljudskog roda i način privredjivanja jasno je dokazao da su naturalna privreda i sitno-robna proizvodnja preživjeli oblici privredjivanja i da usitnjena, razjedinje-

na i slabo organizirana privreda nikada nije mogla biti pokretačka snaga bržeg privrednog razvoja. Naprotiv, integracioni procesi 19. i 20. stoljeća, kao rezultat razvoja nauke, tehnike i tehnologije, razvile su proizvodne snage u svijetu do neslućenih razmjera. Prema tome, osnovni smisao nove koncepcije udruženog rada jest okrupljivanje, povezivanje i objedinjavanje cjelokupnog privrednog potencijala i stvaranje snažne privredne baze za što brži i uspješniji razvoj privrede i društva kao cjeline. Pri ostvarivanju ovog osnovnog cilja treba imati u vidu sve oblike privrednog povezivanja, počev od poslovne suradnje, pa sve do raznih oblika udruživanja rada i sredstava. Brz razvoj privrede treba osigurati egzistenciju i socijalnu sigurnost cjelokupnom stanovništvu, a ne samo jednom njegovom dijelu. Radi toga razvoj treba koncipirati na maksimalnom korištenju vlastitih prirodnih potencijala. Međutim, kako su ti prirodni potencijali rasprostranjeni širom naše zemlje, to bi razvoj privrede u prvom redu trebalo koncipirati na teritorijalnom principu oslanjajući se prvenstveno na vlastite (lokalne) snage (izvore financiranja). To bi u stvari bila prva - horizontalna dimenzija organizacije jugoslavenske privrede. Međutim, u svom razvoju pojedini privredni dijelovi (teritorijalnih organizacija udruženog rada) ne bi se smjeli zatvarati sami u sebe (autarhija) već naprotiv, one bi se morale povezivati i udruživati s ostalim razvijenijim dijelovima odnosno UOR-a koje su s njima povezana određenim funkcionalnim vezama i interesima u procesu privredjivanja. To bi u stvari bio vertikalni princip organizacije jugoslavenske privrede. Princip horizontalnog povezivanja svodi se u osnovi na formiranje OOUR-a od pojedinih ho-

mogenih dijelova teritorijalne privrede koji čine zaokruženu privrednu cjelinu (trgovina, ugostiteljstvo, ekstraktivna proizvodnja, mala privreda, komunalne djelatnosti itd.) i njihovo udruživanje u jednu ili više radnih organizacija. Na ovom mjestu želimo napomenuti da su prirodna bogatstva naše zemlje ogromna i da je iskustvo pokazalo da lokalne snage ni u kom slučaju ne smijemo podcjenjivati. One jesu i mogu mnogo učiniti u stvaranju vlastite egzistencije i vlastite socijalne sigurnosti stanovništva, a pogotovu onda ako se njihovim naporima pridruži i pomoć šire društvene zajednice.

Princip vertikalnog povezivanja svodi se u osnovi na udruživanje rada i sredstava teritorijalnih radnih organizacija sa jednim ili više SOUR-a u cilju ostvarivanja zajedničkih interesa i bržeg privrednog razvoja društva kao cjeline. Takva mogućnost predviđena je odredbama čl. 382 Zakona o udruženom radu. Prema tim odredbama radna organizacija može se udružiti u dvije ili više složenih organizacija udruženog rada (SOUR-a). U procesu udruživanja rada i sredstava, bilo da se radi o horizontalnom ili vertikalnom (teritorijalnom ili funkcionalnom) principu povezivanja, u prvom redu treba se dosljedno pridržavati osnovnih principa socijalističkog samoupravnog udruženog rada kao što su: neposrednost i ravnopravnost u odnosima samoupravne demokratske povezanosti, uzajamne zavisnosti, odgovornosti i solidarnosti, a posebno imati na umu odredbe čl. 3 Zakona o udruženom radu, koji glasi:

"protuzakoniti su svako potčinjavanje čovjeka i eksploatacija tuđeg rada, svaki oblik upravljanja proizvodnjom i drugim društvenim djelatnostima i svaki oblik raspodjele koji izopa-

čuje socijalističke samoupravne društvene odnose u obliku prisvajanja društvenih sredstava i rezultata rada uspostavljanjem monopola na državno vlasničkoj, grupno vlasničkoj ili privatno vlasničkoj osnovi, na osnovi ekonomske ili političke moći ili u obliku birokratske samovolje, tehnokratske uzurpacije ili samodjelnog odlučivanja, te svaki privilegij utemeljen na monopolu upravljanja sredstvima za proizvodnju i prisvajanju rezultata rada".

Pravi smisao udruživanja rada i sredstava je razvijanja i unapredjenje socijalističkih društveno-ekonomskih odnosa, proširenje i unapredjenje materijalne osnove udruženog rada te povećanje dohotka na bazi povećanja produktivnosti vlastitog i ukupnog društvenog rada. U tom smislu u nastavku ćemo razmotriti neke osnovne komponente koje daju osnovni okvir u kojem bi trebalo djelovati da bi se ostvarili ovako postavljeni ciljevi.

4.1. Kooperacija i podjela rada

Kooperacija označava suradnju većeg broja ljudi koji učestvuju u jednom odredjenom poslu u isto vrijeme i po unaprijed utvrdjenom planu. Kooperacija kao oblik privredjivanja javlja se još od najstarijih vremena. Medjutim, prvi značajniji oblici kooperacije jesu: izmjena iskustva, stečenog znanja i svladanih vještina. Stečena iskustva, znanje i savladane vještine prenosili su stariji na mlađe a generacije jedna na drugu. To se pozitivno odražavalo na razvoj proizvodnih snaga društva. Poseban oblik kooperacije na bazi izmjene iskustva i znanja u današnje vrijeme javlja se u obliku korištenja licenci. Kooperacija se uglavnom pojavljuje u tri glavna oblika:

1. na bazi sjedinjavanja snaga
2. na bazi društvene podjele rada
3. na bazi tehničke podjele rada.

U razvitku proizvodnih snaga posebnu ulogu

odigrala je kapitalistička kooperacija sa kojom kapitalizam počinje i završava svoju historijsku misiju, pretvarajući proizvodne snage u društveno društvene proizvodne snage, a kooperaciju u osnovni oblik organizacije rada u materijalnoj proizvodnji. Kapitalistička kooperacija razvijala se sve do industrijske revolucije kada ju je kao proizvodnu jedinicu zamijenila tvornica. U tvornici se usporedo s kooperacijom radnika razvija i kooperacija strojeva koji su ubrzali rasčlanjivanje proizvodnog procesa na njegove faze i time uvjetovala pojavu novih vrsta specijaliziranih proizvodnih jedinica čiji se proizvodni procesi međusobno dopunjuju. Ovim kooperacija dobiva svoju novu makro-ekonomsku dimanziju zasnovanu na društvenoj podjeli rada.

U savremenoj privredi kooperacija dobiva sve veći značaj, a pojavljuje se u slijedećim oblicima:

1. Kooperacija poduzeća odnosno UOR-a (jedne ili više zemalja) koja učestvuju zajednički u proizvodnji nekog finalnog proizvoda. Oni dostavljaju jedni drugima pojedine dijelove proizvoda ili obavljaju dio specijaliziranog rada.
2. Kooperacija proizvodnje između pojedinih grana privrede.
3. Kooperacija privrede dviju ili više zemalja.

Kooperacija doživljava svoj puni razvoj u socijalizmu poprimajući pri tome najrazličitije oblike. Socijalistička kooperacija počiva i razvija se na bazi društvenog vlasništva sredstava za proizvodnju, kao izraz socijalističkih društvenih odnosa koji isključuju eksploataciju čovjeka po čovjeku, a to i jest osnova intencija Zakona o udruženom radu.

4.2. Podjela rada i specijalizacija

Podjela i specijalizacija rada vrlo su usko povezane i međusobno uvjetovane. Podjela rada bila je i ostaje stalni pratilac razvoja ljudskog

društva. Društvenu podjelu rada Engels promatra s aspekta razvoja društva i razlikuje tri velike društvene podjele rada:

1. Odvajanje stočarskih i ratarskih plemena
2. Odvajanje zanata od zemljoradnje,
3. Odvajanje trgovaca od proizvođača.

Prve dvije velike podjele rada dovele su do povećanja proizvodnje, razmjene i robno-novčanin odnosa, a kao posljedica tih odnosa stvarala se nova klasa trgovaca i zelenaša koja se izdvojila od neposrednih proizvođača, kao klasa sa specifičnim zanimanjem, tj. kao posrednici u robnoj razmjeni. Marx društvenu podjelu rada promatra s aspekta procesa rada i razlikuje:

1. Opću podjelu rada
2. Posebnu podjelu rada
3. Pojedinačnu podjelu rada

Od neobične je važnosti Marxova misao o podjeli rada koja se razvija usporedo s razvitkom koncentracije orudja za rad i obrnuto. To je, kako kaže on, "uzrok zbog kojega svaki veliki pronalazak u mehanici ima za posljedicu sve veću podjelu rada, a svako širenje podjele rada izaziva sa svoje strane nove mehaničke pronalazke". Društvena podjela rada teče horizontalno i vertikalno. O horizontalnoj podjeli rada govorimo onda kada se neko poduzeće orijentira na proizvodnju roba određenog područja, kao npr. na izgradnju građevinskih objekata, na području crne metalurgije, voćnih ili mesnih konzervi, likera itd. O vertikalnoj podjeli rada, odnosno o proizvodnom stupnju, govorimo onda kada se ukupni proces izrade nekog proizvoda obuhvaća u više različitih faza i kada se neko poduzeće odlučuje raditi samo jednu od tih faza, odnosno raditi samo na jednom stupnju izrade. Vodeći računa o društvenoj podjeli rada svaka OUR-a treba voditi brigu da se što potpunije uključi u ukupna privredna zbivanja, a to će postići svrsishod-

nim definiranjem (utvrđivanjem) svog proizvodnog zadatka. Utvrđivanjem (odabiranjem) svog proizvodnog programa, OUR-a odlučuje se i za određeni stupanj specijalizacije. U okviru horizontalne i vertikalne podjele rada specijalizacija proizvodnje postiže se na tri načina:

1. Specijalizacijom proizvodnje određenog gotovog-finalnog proizvoda.
2. Specijalizacijom pojedinih tehnoloških procesa i operacija koje čine dio ukupnog procesa proizvodnje određenog predmeta
3. Specijalizacija u proizvodnji pojedinih dijelova ili detalja finalnog proizvoda.

Specijalizacija se ostvaruje sužavanjem proizvodnog programa. Specijalizacija proizvodnje povlači za sobom i specijalizaciju sredstava za rad (strojeva, transportnih sredstava, zgrada i sl.) materijala i pojedinih tehnoloških postupaka. Prednosti specijalizirane proizvodnje su velike. One se naročito odražavaju u slijedećem:

1. ostvaruje se viši nivo organizacije OUR-a
2. bolje se koriste raspoloživi kapaciteti
3. povećava se produktivnost rada,
4. smanjuju se troškovi proizvodnje i prodaje
5. uspješnije se mogu primjenjivati suvremena dostignuća nauke, tehnike i tehnologije.

Medjutim, specijalizacija u određenim uvjetima može imati i svojih nedostataka. No i pored toga specijalizacija je u određenim društvenim prilikama uz proces društvene podjele rada, neizbježna i historijski progresivna pojava. Specijalizacija se najuspješnije ostvaruje standardizacijom i tipizacijom.

4.3. Kombinacija i integracija

Da bi se iskoristile velike prednosti specijalizacije, a u isto vrijeme umanjile ili u potpunosti otklonile njene negativne posljedice, javljaju se suprotne tendencije od specijalizacije, a to su "kombinacija" i "integracija". Kombinacija znači spajanje proizvodnih procesa raznih privrednih grana u jednu organi-

zaciju udruženog rada. Osnovni uvjet kombiniranja u proizvodnji jeste visoki stupanj koncentracije i centralizacije proizvodnje a samim tim i masovnost proizvodnje. Po svom obliku kombinacija može biti: horizontalna, vertikalna i kombinirana. Horizontalna kombinacija nastaje kada se spajaju proizvodni procesi pojedinih privrednih grana sa zajedničkom proizvodnom osnovom radi kompleksnijeg iskorištavanja iste sirovinke baze, poluproizvoda, nusproizvoda, otpadaka i sl.

Vertikalna kombinacija nastaje kada se spajaju privredne grane čiji procesi rada predstavljaju uzastopne faze u proizvodnji jednog proizvoda, počev od njegove osnovne sirovine preko proizvoda do njegovog finalnog oblika.

Kombinirana kombinacija nastaje kada se spajaju proizvodni procesi raznih grana privrede medju kojima postoji i horizontalna i vertikalna tehničko-tehnološka povezanost. Kombinacija nastaje kao rezultat različitih interesa koji se medjusobno isprepliću i mijenjaju u zavisnosti od prilika u materijalno-proizvodnim i društvenim uvjetima privredjivanja.

Prve kombinacije nastale su u kapitalizmu, a rezultat su nestabilnosti i položaja poduzeća u pojedinim privrednim granama. Ako malo pažljivije razmotrimo uvodno izlaganje o razvoju kapitalističkih poduzeća, vidjet ćemo da se proces centralizacije kapitala i razvoja velikih kapitalističkih konglomerata razvijao upravo na bazi kombinacije. Prednosti kombinacije su velike i mnogostruke, a medju najvažnijima navodi se slijedeće:

- isključivanje trgovine kao posebne djelatnosti i njeno uključivanje u okvire kombinata,
- veće mogućnosti primjene novih tehničko-tehnoloških mogućnosti i rješenja u proizvodnji,
- Postizavanje većeg stupnja specijalizacije i svih prednosti koje ona donosi,
- povećanje produktivnosti rada,

- sniženje troškova proizvodnje i transporta.

Kombinacija u socijalističkim zemljama dobiva tek svoj pravi značaj i svoj puni razvoj.

U usporedbi s kapitalizmom u kojem je njezina primjena bila diktirana privatnim interesima, kombinacija u socijalizmu postaje snažno sredstvo razvoja proizvodnih snaga društva. U okvirima organizacije društvene privrede kao cjeline ona posebno doprinosi:

- većoj racionalizaciji korištenja raspoloživih nacionalnih izvora sirovina i energije
- boljem razmještanju pojedinih privrednih grana i grupacija,
- ostvarivanju zakona ekonomije vremena

Promatrajući organizaciju kombiniranih poduzeća uočavamo dva osnovna načina kombiniranja i to: kombiniranje suksecivnih faza proizvodnje (vertikalna kombinacija) i kombinacija pojedinih vrsta proizvodnje (horizontalna kombinacija). U prvom slučaju poduzeća koja proizvode sirovine priključuju sebi daljnje faze prerade. U drugom slučaju kombiniranje se javlja kao potreba što boljeg korištenja otpadaka koji se javljaju u pojedinim fazama proizvodnje koje često nemaju veze s daljnjom preradom osnovnog proizvoda.

Dakle, o kombinaciji najčešće govorimo onda kada se u jednom poduzeću sjedine pojedine djelatnosti koje pripadaju različitim privrednim granama. Medjutim pod pojmom "integracija" u osnovi podrazumijevamo sjedinjavanje niza proizvodnih faza odnosno proizvodnih stupnjeva odnosno okupljanje odjeljenih elemenata u jedinstvenu grupu ili sistem, a osnovi cilj svake integracije jeste povećanje produktivnosti rada i brži ekonomski razvoj.

U našim uvjetima *FOUR* je nosilac integracije. Dakle, novo obilježje samoupravne integracije ogleda se u tome što se prevladavaju klasični oblici povezivanja i udruživanja privrednih

organizacija i uvode se novi oblici koji odgovaraju slobodno udruženom radu, procesu oslobadjanja rada i ostvarivanju prava samoupravljanja.

Sa stanovišta metode ostvarivanja integracije to je proces slobodnog udruživanja rada i sredstava, a stanovišta sveobuhvatnosti ona znači integriranje privrednih procesa iz raznih grana i oblasti privrede koji se nalaze u određenim funkcionalnim vezama. S istog stanovišta, u najširem smislu riječi, ona znači povezivanje, udruživanje i razmjenu rada između privrednih i neprivrednih djelatnosti. Ovako zacrtanim razvojnim procesima integracije postiže se slijedeće:

1. viši stupanj podruštvoljavanja ukupnog procesa društvene reprodukcije
2. dominantna uloga proizvodnje
3. prevladavanje oštih razlika u ulozi i položaju proizvodnih i uslužnih djelatnosti (trgovine, banaka, osiguranja i sl.)
4. čvršće povezivanje privrednih i neprivrednih djelatnosti na načelima uzajamnosti i solidarnosti

Razvojem samoupravne integracije preko dominantne uloge OOUR-a kao osnovnog nosioca integracionih procesa, ostvaruju se materijalni uvjeti za ostvarenje Marxove ideje o "udruživanju slobodnih ljudi koji rade društvenim sredstvima za proizvodnju i koji svoje mnogobrojne individualne snage samosvjesno troše kao jednu jedinstvenu društvenu snagu.

Iz ovog kratkog osvrtu na osnovne pretpostavke svake organizacije može se razabrati da se u njima nalaze temeljna načela na osnovi kojih se može u različitim uvjetima pronaći osnova za razne oblike udruživanje rada i sredstava u intencijama ZUR-a.

Prostor nam ne dozvoljava da ovaj problem kompleksnije zahvatimo. Naime, u nastavku bi se trebalo osvrnuti na probleme centralizacije i decentralizacije (poslova i odlučivanja), organizacije samoupravljanja i uloge internih banaka u integracionim procesima. Obzirom da ove teme čine svojevrsnu problematiku i zahtjevaju detaljniju obradu, na njih ćemo se vratiti jednom drugom zgodom.

L I T E R A T U R A :

- Marx K.: Kapital, Kultura, Zagreb 1947.
- Engels F.: Porijeklo porodice privatnog vlasništva i države, Kultura Zagreb 1945.
- Čalić D.: Državni kapitalizam, Naprijed Zagreb, 1964.
- Novak M.: Organizacija rada u socijalizmu Informator, Zagreb 1974.
- Zakon o udruženom radu Službeni list 1976.

ANALIZA pouzdanosti ostvarenja zavisnosti deformacije i tvrdoće pri zatezanju

Vuko T. Domazetović
Mašinski fakultet Univerziteta
u Titogradu, Jugoslavija

Ovim radom se obradjuje odnos logaritamskog stepena deformacije, specifičnog deformacionog otpora i tvrdoće pri zatezanju. Tokom odvijanja procesa analizira se pouzdanost ostvarenja zavisnosti parametara, nalazi pokazatelj homogenosti i odredjuju korelacione zavisnosti. Postupno se ukazuje na postojanje intervala u kome je tokom procesa rasipanje vrijednosti najmanje.

1. UVOD

Obradom metala deformisanjem se mogu postići takve osobine proizvoda koje se drugim metodama obrade vrlo teško, ili uopšte ne mogu ostvariti. Proučavanje ponašanja relevantnih parametara tokom procesa je od izuzetne važnosti za moguće pravilno usmjerenje prema ostvarenju funkcije cilja. U zavisnosti od materijala i radnih uslova pod kojima se izvodi proces deformacije dobijaju se zavisnosti uticajnih pokazatelja. Ovdje se razmatra odnos specifičnosti deformacionog otpora k , logaritamskog stepena deformacije ϕ i tvrdoće po Vickersu HV tokom istezanja. Deformacija se ostvaruje dejstvom sile u pravcu podužne ose epruvete. Mnogobrojna istraživanja daju određene zavisnosti izmedju ovih parametara. Odnos tvrdoće i specifičnog deformacionog otpora se izražava linearnom, a tvrdoće i logaritamskog stepena deformacije eksponencijalnom, odnosno stepenom zavisnošću. U oblasti ostvarene deformacije izmedju granice velikih izduženja i pojave lokalne deformacije je prihvaćeno da se na standardom propisani način mogu nalaziti veličine parametara. Pri tom se usvaja da su u bilo kom poprečnom presjeku vrijednosti iste, što dovodi do izvjesnog uopštenja i osrednjavanja vrijednosti duž zone deformacije. To uslovljava izvjesna odstupanja koja se na odredjen način u tehničkoj praksi mogu tolerisati. Za potpuniju analizu procesa treba poći od rasipanja vrijednosti duž zone deformacije i odrediti njihove zakonitosti i medjuzavisnosti. Na odgovarajućem nivou razmatranja moguće je prihvatiti i izvjesna zanemarivanja koja su prisutna i pri konačnom definisanju odnosa pokazatelja.

2. RASIPANJE TVRDOĆE

Proces pripreme i istezanja epruvete, kao i mjerenje tvrdoće dati su odgovarajućim

standardima. Za ovaj slučaj su korišteni JUS propisi. Usvojeno je da se ispitivanja izvrše sa bakarnim i čeličnim epruvetama koje su izrezane iz limova namijenjenih dubokom izvlačenju.

Table lima od čistog elektrolitnog bes-kiseoničnog bakra su tokom predhodnog tehnološkog postupka posebno pripremane, kako bi se postigla što veća ujednačenost mehaničkih osobina. Priprema se sastojala u posebnim uslovima topljenja i livenja u zaštitnoj atmosferi bez prisustva kiseonika i vodonika. Poslije hladjenja i čišćenja površinskih defekata gredica je zagrijavana i valjana u toplom stanju. Proces valjanja lima u hladnom stanju je izvodjen i normalno u odnosu na već ostvareni pravac valjanja. Ovako pripremljen materijal je namijenjen izradi čašica dubokim izvlačenjem bez promjene debljine zida. Poslije pripreme epruveta u rondela slijedila je termička obrada. Debljina lima je iznosila 2,2 mm. Izvučene čašice nijesu bile ušičave.

Epruvete od čelika č.0147 su izradjivane iz tabli debljine 1,5 mm koje su pripremljene za proces izvlačenja.

Na potpuno pripremljene epruvete nanošena je elektrolitičkim putem koordinatna mreža u obliku kvadratića i kružića osnovnih dimenzija 2,1 i 3,3 mm. Probni ispitivanjem ustanovljeno je mjereno područje koje je podijeljeno na mjerne zone. Prema usvojenom planu ispitivanja prišlo se procesu istezanja. Prije početka istezanja mjereni su dijametri mreže u dva normalna pravca i odredjivane vrijednosti tvrdoće u mjernim zonama na čitavoj mjerenoj dužini. Zatim je ostvareno opterećenje i rasterećenje epruvete, da bi se iza toga mjerile dimenzije nanasene koordinatne mreže i odredjivale vrijednosti tvrdoće u usvojenim zonama reperne dužine.

Područje od početka plastične deformacije

relevantnih parametara, kao i njihovih uzajamnih odnosa, odnosno utvrđivanja korelacionih zavisnosti izmedju pokazatelja homogenosti rasipanja i uočenih parametara tokom procesa deformacije. Otkrivanjem odgovarajućih relacija se pruža mogućnost projektovanja a time i ostvarenja procesa sa najmanjim rasipanjem vrijednosti.

LITERATURA

1. Domazetović V., 1978, Prilog istraživanju pouzdanosti izrade elemenata dubokim izvlačenjem bez promjene debljine zida - doktorska disertacija, Mašinski fakultet Beograd.
2. Domazetović V., 1975, Analiza pouzdanosti sistema fabrike žice u Boru - magistarski rad, Mašinski fakultet Beograd,
3. Domazetović V., Kovačević R., 1979, Istraživanje funkcije pouzdanosti izrade elemenata dubokim izvlačenjem na osnovu rasipanja debljine, Zbornik radova Savjetovanja proizvodnog mašinstva, Jugoslavije, Banja Luka.
4. Šor J.B., 1975, Statističke metode analize i kontrole kvaliteta i pouzdanosti, smeits, Beograd.

RACIONALIZACIJA U PROCESU OPREMANJA STROJARNICE BRODA

KREŠIMIR DULČIĆ
Projektni odjel
Brodogradilište "Split"
Split, Jugoslavija

U radu je razmatrana mogućnost racionalizacije u procesu opremanja strojarnice broda prema kriterijima: 1. vremena opremanja, 2. utrošak radnih sati, 3. potrebne kvalifikacijske strukture radnika, 4. strukture i vremena upotrebe pojedinih sredstava za proizvodnju. Metoda opremanja blokovima opreme zadovoljava postavljene kriterije. U cilju provodjenja metode potrebno je riješiti informacijski sistem, sistem poslovanja s materijalima, sistem planiranja i polivalentno organizirati proizvodnju. Prikaz rezultata primjene ove metode dan je putem kvantitativnih pokazatelja povećanja produktivnosti.

1. UVOD

Posljednjih godina osjeća se snažna kriza na tržištu brodova. Niske tržišne cijene brodova prisiljavaju brodograditelje da povećavaju produktivnost u cilju smanjenja proizvodnih troškova. S druge strane suočeni smo s trendom osipanja radne snage u industriji širom svijeta, jer ljudi teže boljim radnim uvjetima. U tom smislu i brodogradjevna industrija mora težiti stvaranju boljih radnih uvjeta za svoje radnike.

Najveći dio poslova vezanih za montažu opreme na brodu odvija se upravo u strojarnici broda, pa racionalizacija u procesu opremanja strojarnice bez sumnje donosi značajne uštede. To posebno dolazi do izražaja kod manjih i srednjih brodova ispod 100000 TDW.

Analize su pokazale da opremni radovi često uzrokuju zakašnjenje isporuke i do 2 mjeseca, a oprema se, da bi se oslobodio navoz, montira pod nepovoljnim uvjetima tj. nakon porinuća. Zbog obima posla u procesu opremanja, a u cilju skraćivanja roka isporuke i povećanja produktivnosti, potrebno je što veći dio opremnih radova premjestiti s broda u radionicu i s tim radovima početi dovoljno rano da oni slijede izgradnju trupa, i da se oprema ugrađuje u tehnološki najpovoljnijem trenutku.

2. TEHNOLOŠKA NAČELA

Pri odabiranju tehnološke koncepcije koristili smo se slijedećim kriterijima:

1. Vrijeme opremanja
2. Utrošak radnih sati
3. Potrebna kvalifikacijska struktura radnika
4. Struktura i vrijeme upotrebe pojedinih sredstava za proizvodnju

Primjenivši ove kriterije na proces opremanja strojarnice broda, došli smo do slijedećih načela, u smislu kojih valja djelovati da bi se postigla racionalizacija:

1. Opremu ugrađivati u strojarnicu u tehnološki najpovoljnijem trenutku.
2. Ravnomjernije rasporediti opterećenje radionica na cijeli period gradnje broda.
3. Izvodjenje opremnih radova za sve radionice (cjevvari, bravari, elektro itd.) početi čim prije.
4. Izbjeći visoka opterećenja radionica u završnoj fazi gradnje broda.
5. Izbjeći koncentraciju radnika na ograničenom prostoru pred primopredaju i u "špicama"
6. Obaviti posao u najpovoljnijem položaju (smanjiti obim poslova "nad glavom"), uklanjanje teških i krupnih dijelova u uske i zatvorene prostore itd.
7. Poboljšati uvjete rada tj. što veći broj poslova prebaciti s navoza u radionicu.
8. Izbjeći izradu detalja opreme na brodu, radove svesti isključivo na montažu.
9. Smanjiti transportne troškove
10. Racionalizirati dopremu različitih materijala u hrpama i odlaganje istog u skučenom prostoru strojarnice.

11. Rasteretiti dizalicu uz navoz obzirom na zaposlenost iste na drugim neizbježnim poslovima montaže trupa.
12. Skraćenje vremena montaže opreme odnosno opremanja strojarnice, i time brža isporuka broda.

3. IZBOR TEHNOLOŠKE KONCEPCIJE

Tradicionalni način montaže opreme, kada se u gotov trup broda ubacivala oprema, treba zamijeniti novom metodom prema kojoj se opremanje odvija na 4 načina :

1. Opremanje plošnih sekcija strukture (platforme, pregrade itd).
2. Opremanje volumenskih sekcija strukture (dvodno i tankovi)
3. Izrada odvojenih blokova opreme
4. Finalno opremanje na brodu (manji obim poslova)

Prve tri točke nazivamo "uranjenim opremanjem" (U.O.). Izrada odvojenih blokova opreme podrazumjeva sklapanje što više opreme (cijevi, držači cijevi, filtera, ventila, pomoćnih strojeva i njihovih postolja, držača kablskih trasa, nestrukturnih tankova itd.) u odvojene blokove, ne velike i ne teže od 15-20 t kako bi se mogli lako ukrotiti i prenositi radioničkim dizalicama. Mnogi su autori zastupali mišljenje da treba proizvoditi tipске funkcionalne blokove opreme (ref.1.). Istraživanja su pokazala da je svrsishodnije razdijeliti opremu u strojarnici u zonske blokove. Slijedeći pokazatelji pokazuju prednosti zonskih blokova (ref. 2.ref.3).

TABELA 1

	Funkc. blok	Zonski blok
može se obuhvatiti cjevov. u stroj.	12-15 %	70-75 %
Kol. posla koja se s broda prebacuje u radionicu	18-25 %	45 -50%
Skraćenje trajanja montaže	15-20 %	40-50 %
Smanjenje utroška R.S.	20-25%	25-30%

4. PREDUVJETI ZA PRIMJENU U.O. METODOM BLOKOVA OPREME

Da bi se usvojila ovakva metoda opremanja strojarnice potrebno je riješiti čitav sistem opremanja što znači:

1. Informacione tokove i sadržaj informacija orjentirati proizvodnji tj. novoj metodi opremanja (ovo se odnosi na tehničku dokumentaciju).
2. Adekvatno organizirati proizvodnju za prihvata dokumentacije.
3. Poslovanje s materijalima svesti na nivo montažnih jedinica.

Ad 1. Informacioni sistem je osnova, jer tek pravilno proizvodno orjentirana dokumentacija može rezultirati racionalizacijom putem opremanja blokovima. U tu svrhu valja već u projektima inkorporirati baznu tehnologiju. Treba odvojiti što je više moguće opremu od strukture da bi se uključila u blokove, približiti strojeve čim više i postavljati ih na zajednička postolja radi ukrućivanje bloka što pomaže pri transportu, odrediti cjevovodne trase koje će spajati blokove, koristiti zajedničke nosače za cijevi i podnice, i postavljati cijevi na zajedničke nosače itd. Sve to rezultira uštedama u materijalu i radnim satima oko ukrućivanja blokova. Nadalje treba strojarnicu podijeliti u zone opremanja. Kod izrade radioničke dokumentacije susrećemo se s problemom koordinacije medju strukama kao strojo, cjevovodi, ostala oprema, trup i elektro. Svi smještaju svoje dijelove na isto područje. Da bi se razrada dokumentacije mogla bez pogreške odvijati strukovno, potrebno je prije toga napraviti kompozitni nacrt. Taj nacrt obuhvaća najvažnije elemente opreme svake struke i precizno svakoj od njih definira prostor gdje može smjestiti ostalu sitnu opremu. Time su nesporazumi izbjegnuti. Rade se tri vrste nacrt: za blokove opreme, za opremanje sekcija strukture i za konačno opremanje zona na brodu. Tehnološki odjel sakuplja strukovne nacрте i radi montažne specifikacije (M.S). Montažnim specifikacijama konvergiraju dakle informacije iz područja tehničke dokumentacije.

Ad.2. Za razliku od ranije organizacije proizvodnje, kada je svaka struka samostalno

nastupala prema strukovno orjentiranim nacrtima, nove MS mora prihvatiti polivalentno organizirana proizvodnja. Svaka radna grupa se sastoji od 2-3 univerzalna montera, jednog zavarivača i jednog električara. Na taj način su sposobni obaviti poslove zadane prema MS.

Ad.3. Materijali se (osim limitnih) naručuju prema strukovnim narudžbenim specifikacijama, ali se pripremaju i dopremaju na radno mjesto prema MS. Time se osigurava racionalno planiranje i poslovanje materijalom tj. pravi materijal, samo u potrebnoj količini, u pravo vrijeme, na pravom mjestu.

Ad 4. Konačno se detaljno planiranje i upravljanje proizvodnjom svodi na nivo poslova opisanih prema MS.

Na slici I. shematski je prikazan proizvodni proces opremanja strojarnice broda metodom blokova opreme.

5. ZAKLJUČAK

Racionalizacija u procesu opremanja strojarnice broda može se postići primjenom U.O, specijalno metodom izrade nezavisnih blokova opreme. Generalno uzevši ova metoda pokazuje sljedeće prednosti :

-Omoгуčuje bilansiranje kapaciteta strojeva i radne snage .

-Pružа mogućnost stalne zaposlenosti radnika -Izbjegavaju se nepotrebna opterećenja radionica

-Omoгуčuje skraćenje perioda od porinućа do isporuke broda.

-Povećava se efikasnost rada

-Reducirana količina opreme montira se na brodu uz manje gužve i pod boljim okolnostima i uvjetima

-Otvара se mogućnost standardizacije tehnoloških jedinica i specijalno detalja cijevi kako je predloženo u ref 4.

-Otvара se mogućnost standardizacije metoda i postupaka

-Omoгуčava se poboljšanje preocesa poslovanja s materijalima i snižavaju se transportni troškovi.

-Sigurniji i poboljšani uvjeti rada u radionici rezultiraju povećanom kvalitetom i preciznošću.

-Smanjuje se frekvencija upotrebe dizalice uz navoz za montažu opreme na brodu itd.

U cilju kvantitativnog prikaza rezultata izvršena je analiza za jedan tipičan brod srednje veličine Product Carrier 30000 TDW.

Analiza opremnih radova u strojarnici pokazana je u tabeli II.

TABELA II

	% aktivnosti koje se mogu obaviti u fazi U.O.
strojo montaža	50
cjevarski radovi	70
bravari	50
čelične konstrukcije (nestr.tank. i postolja)	50
elektro radovi	50
bojenje	30
izolaterski radovi	10

Analizirani brod predstavnik imao je, kad se isključi glavni motor i kotlovi na naftu cca 360 t opreme u strojarnici. Utvrđeno je da se uz dobru pripremu proizvodno orjentirano projektiranje i organizaciju proizvodnje ta oprema može ugraditi prema tabeli III.

TABELA III

metoda	kol.opr. tona	%	efikasnost rad.sat/tona
blokovi opr.	144	40	34,80
opr.sekcija	108	30	55,50
opr.na brodu	108	30	116,60
	360	100	65,55

Uzevši u obzir da su se po tradicionalnoj metodi svi opremni radovi odvijali na brodu s pripadajućom niskom efikasnošću, primjenom U.O. podiže se ukupna efikasnost i postižu uštede u radnim satima i do 40 %.

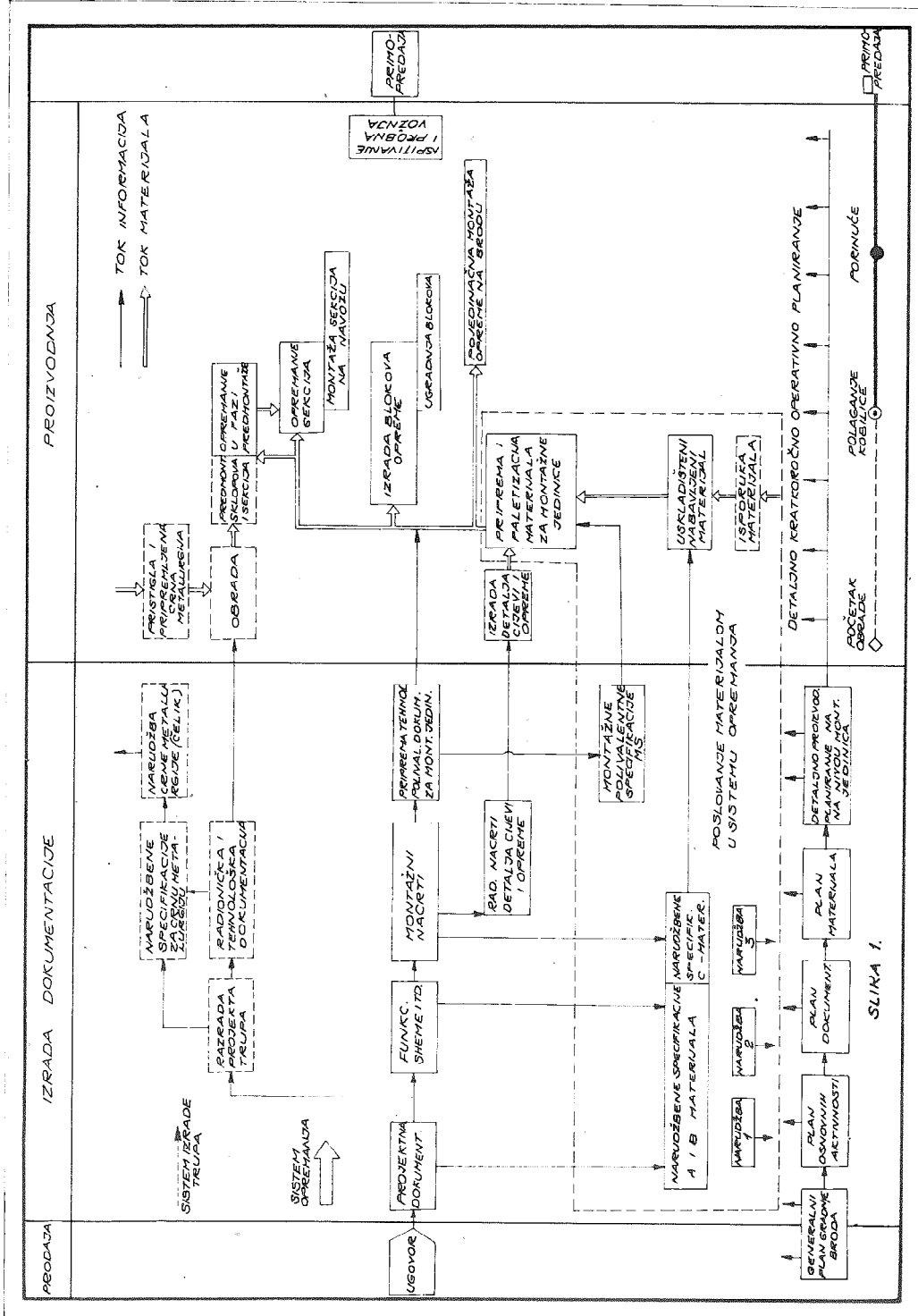
Navedeni podaci količina opreme i efikasnosti variraju u zavisnosti od veličina i tipa broda. Uz ostale indirektnе efekte nabrojene ranije, ovakva kvantifikacija povećanja produktivnosti najbolje opravdava primjenu U.O. metodom blokova opreme u procesu opremanja strojarnice broda.

% radnih sati koji se na taj način prebacuju u U.O.

60	Napomena:
85	Referentna točka pri ovoj
60	analizi bili su normirani
50	radni sati prema tradicio-
50	nalnoj metodi opremanja
30	
10	

LITERATURA :

1. E. B. Budd : Modular Design of Ship Auxiliaries, Trans. IME, Vol. 90 No. 9. p. 297-316, 1968
2. Knebl : Erfahrung und Entwicklungsperspektiven bei der Anwendung der Blockbauweise im Schiffbau, Symposium zum Thema "Modular Stand und Entwicklungsperspektiven der Ausrüstungsarbeiten im Schiffbau Kiew 78 .
3. Scheming: Stand und Entwicklungsperspektiven der Modul-Agregat-Montagemethode der Schiffsausrüstung, isto, Kiew 78.
4. R. A. M. Hunt: The Link Between Design and the Production Process Associated With Shipboard Pipework Systems, I.C.C.A.S. conference-Glasgow 1979.
5. K. Dulčić: Osuvremenjivanje procesa opremanja strojarnice broda, Magistarski rad - FSB - Zagreb 1978.
6. T. Kanauchi : Rationalization for Shipbuilding, Japan Shipbuilding and Marine Engineering, p. 46-51, March 1967.



KRITERIJUMI ZA VREDNOVANJE EFEKTIVNOSTI SISTEMA

RELJA BIPANOV

"Naftagas -promet" OOUR Tehni-
čki poslovi Grčkoškolska br.7
Novi Sad.

Način za održavanje kvaliteta procesa je održavanje radnih karakteristika sistema. U dosadašnjem pristupu praktičnog sprovođenja održavanja u osnovi se primenjivalo naknadno i preventivno održavanje sa svim svojim modalitetima. U poslednje vreme se prednost daje održavanju po stanju. Međutim kriterijumi za odlučivanje su nedovoljno razrađeni. U datim uslovima nivo postignute efektivnosti zavisan je i od nivoa održavanja. Zbog suprotnih efekata, pozitivno dejstvo na kvalitet procesa nalazi se u ograničenom domenu nivoa održavanja.

1. UVOD

Efektivnost tehničkih sistema data kao produkt pouzdanosti, operative gotovosti i funkcionalne podobnosti određuje radne karakteristike tehničkog dela procesa. Po svojoj karakteristici tehnička efektivnost predstavlja očekivanu vrednost ispunjenja zahteva radnog procesa od tehničkog sistema. Elementi efektivnosti, pri projektovanju sistema su praktično određeni kako sledi:

- pouzdanost, konstrukcijom proizvođača,
- operativna gotovost zahtevom korisnika i mogućnostima održavaoca,
- funkcionalna podobnost uslovima okoline i potrebama procesa.

Kasnije u eksploataciji i u većini slučajeva, zahtev nivoa elemenata tehničke efektivnosti određuje se kako sledi:

- pouzdanost mora biti takva da do otkaza dolazi vrlo retko,
- operativna gotovost mora biti takva da sistem u svakom momentu može da stupi u rad,
- uređaj mora da funkcioniše u uslovima koje mu nametne proizvodnja.

Problem je poznat i održava razliku eksploatacionih zahteva i projektovanih mogućnosti.

Ovakva situacija je dovela do prelaska sa naknadnog na preventivno održavanje i samim tim povećanja brige o održavanju. Ulaganje u održavanje poboljšava tehničke karakteristike sistema ali ima suprotan efekat na kvalitet procesa parcijalno posmatrano i to:

- učinak može i da povećava i da smanjuje u zavisnosti od vremena održavanja,
- ekonomičnost može i da povećava i da smanjuje u zavisnosti od učinka i troškova preventivnog održavanja,
- rentabilnost može i da povećava i da smanji u zavisnosti od uticaja na dohodak i angažovanje sredstava.

Pošto aktivnosti na povećanju tehničke efektivnosti angažuju sredstva, zahtevaju vreme za održavanje i izazivaju troškove, postoje dva ekstremna slučaja:

- a) održavanje, za zahtevanu tehničku efektivnost je takvo da nema zastoja, nema gubitaka a produktivnost, ekonomičnost i rentabilnost su sa ovog aspekta maksimalni.
- b) održavanje za zahtevanu tehničku efektivnost je takva da značajno smanjuje učinak, umanjuje ekonomičnost i rentabilnost proizvodnje.

Logično je da se praktična rešenja nalaze između ova dva slučaja. Osnovna pretpostavka

ovoga rada je da se kriterijumi za vrednovanje nivoa tehničke efektivnosti nalaze se u sferi nalaženja onog nivo održavanja pri kojem se ima maksimalni kvalitet procesa. Dakle traži se onaj nivo održavanja sistema, koji će dati takvu efektivnost tehničkog sistema, pri kojem će u procesu kolektivnu ostati na raspolaganju najviše novca. Odgovor na ovo pitanje traži se uvođenjem izlazne veličine procesa u vidu ukupnog toka novca. Tok novca je ustvari rezultat svih primanja i izdataka u posmatranom periodu. Da bi se zadatak uspešno obavio potrebno je uvesti takve, komponente toka novca koje određivaju veličine iz tretirane oblasti.

2. KRITERIJUMI

Polazna osnova pri formiranju kriterijuma je zahtev da se primeni takav vid održavanja koji bi omogućio ostvarenje cilja osnovnog sistema i sistema za obezbeđenje tehničke funkcionalnosti. Ako se usvoji činjenica da usled poremećaja u tehničkoj funkcionalnosti nastaju gubici zbog smanjenja proizvodnje (prometa), gubici zbog zahteva na obezbeđenju tehničke funkcionalnosti i gubici direktno nastali usled pojave zastoja, onda se ovi gubici u ukupnom toku novca tretiraju kao izdaci. Pri definisanju toka novca, određiće se veličine koje se javljaju zbog fenomena nastojanja otkaza. Na bazi ove definicije određiće se njihova relevantnost. Na osnovu zavisnosti ovih veličina od ulaganja u održavanje i njihovog uticaja na tok novca formiraće se opšta jednačina kriterijuma. Izvršiće se optimalizacija ove jednačine nalaženjem onog ulaganja u preventivno održavanje pri kojem kolektivnu ostaje najviše novca na raspolaganju u odnosu na obezbeđenje tehničke funkcionalnosti. Za slučaj da definisanje funkcionalnih zavisnosti nije moguće, nalaženje rešenja izvršiće se preko tablica toka novca. Ulaganja u preventivno održavanje obuhvata intervencije na predhodnoj kontroli i zameni po potrebi. Dakle primenjuje se kombinaci-

ja klasičnog preventivnog i korektivnog održavanja tj. održavanje po stanju. Osnovna pretpostavka je da aktivnosti održavanja po stanju utiču na kvalitet procesa (gubitak usled zastoja). Pozitivno dejstvo je ograničeno. Dakle moguća je minimalizacija gubitka tj. optimalizacija procesa.

3. POSTUPAK

3.1 Maksimalizacija toka novca. Metoda određivanja toka novca pri različitim nivoima održavanja zasniiva se na sledećim podacima:

- ulazni tok novca određen je na osnovu bruto prihoda (prometa)

- tok troškova na bazi gubitaka nezavisnih od nivoa održavanja - tok troškova na bazi gubitaka zavisnih od nivoa održavanja.

Nivo održavanja određen je troškovima preventivnog održavanja po stanju. Prognoza toka novca izneće se na osnovu alternativa za različite vrednosti troškova preventivnog održavanja. U tom cilju ispitaće se uticaj troškova preventivnog održavanja na svaki član toka novca, kako bi se formirala funkcija.

$$K = f_0(T_{so}) \dots\dots(1)$$

K - tok novca

T_{so} - preventivno održavanje po stanju

Na osnovu analize toka novca za razne nivoe održavanja izabraće se ona alternativa koja ostavlja kolektivnu najviše novca na raspolaganju. To znači da se traži maksimum funkcije toka novca tj.

$$\max [K=f_0(T_{so})] \dots\dots(2)$$

za $K > 0$

Izraz za ukupan tok novca može se napisati u obliku:

$$K = P - I - G_p - G_t - G_d$$

K - tok novca

P - proizvodnja (primet) pri radu bez zastoja,

I - troškovi koji ne zavise od pojave zastoja,

G_p - gubitak novca zbog pojave zastoja koji bi inače ostao kolektivnu na raspolaganju,

G_t - gubitak zbog troškova održavanja,

G_d - dodatni gubici direktno nastali usled zastoja.

Tok novca se može prikazati kao:

$$K = (P - I) - (G_p + G_t + G_d) \dots (3)$$

Maksimum ovoga izraza može se prikazati kao:

$$\max K = \max [(P - I) - (G_p + G_t + G_d)]$$

Pošto se traže alternative zavisne od nivoa održavanja izraz $(P - I)$ je invarijantan pa se može reći da se $(\max K)$ ima za $(\min G)$ gde je G gubitak zbog pojave zastoja tj.

$$G = G_p + G_t + G_d \dots (4)$$

Traži se ona alternativa za koju se ima:

$$\min G = \min (G_p + G_t + G_d) \dots (5)$$

Da bi gornji izraz bio primenljiv potrebno je odrediti svaki član i analizirati njegovu zavisnost od nivoa održavanja tj. odrediti:

$$\min [G = f(T_{so})] \dots (6)$$

Određivanje minimalne vrednosti gubitka zbog pojave zastoja navedenom metodologijom predstavlja očekivanu vrednost za svaki element sistema. Suma ovih vrednosti predstavlja očekivanu vrednost minimalnih gubitaka zbog zastoja u celom sistemu. Rezultat rada predstavlja dobijanje onih ulaganja u preventivno održavanje pri kojem se imaju najmanji gubici zbog zastoja. Razlika gubitka zbog zastoja pre primene rezultata analize i gubitka posle primene analize, predstavlja očekivanu vrednost onog novca koji kolektiv dobija na raspolaganje primenom rezultata prikazane metode.

Realizovanje metode moguće je preko matrica efikasnosti ili iznalaženjem minimuma kontinualne funkcije gubitaka. Koji princip će se primeniti zavisi od konkretnog slučaja. U ovom radu učiniće se pokušaj rešavanja problema na bazi kontinualne funkcije gubitaka.

3.2 Određivanje gubitaka zbog smanjenja proizvodnje (prometa).

Ako se posmatra proizvodnja (promet) za slučaj gde se javlja poremećaj u funkcionalnosti, funkcija toka novca iz-

gleda:

$$K = P - I$$

Ovaj izraz predstavlja onu količinu novca koja bi ostala kolektivu na raspolaganju za slučaj proizvodnje (prometa) bez pojave problema poremećaja tehničke funkcionalnosti.

Po jedinici prometa kolektivu je ostala suma:

$$K_j = \frac{P - I}{P} = (1 - \frac{I}{P}) \dots (7)$$

Veličina K_j predstavlja konstantu u vezi sa nivoom održavanja.

Neka se smanjenje prometa obeleži sa D_p .

Gubitak koji je ostvario kolektiv zbog smanjenja prometa jednak je proizvodu sume koja ostaje na raspolaganju kolektivu po jedinici prometa i smanjenja prometa:

$$G_p = (1 - \frac{I}{P}) D_p$$

$$G_p = K_j D_p \dots (8)$$

Ako je učestalost kvarova zavisna od nivoa preventivnog održavanja može se napisati:

$$D_p = f_1(T_{so}) \dots (9)$$

Gubitak usled smanjenja prometa zbog zastoja u tehničkoj funkcionalnosti iznosi:

$$G_p = K_j \cdot f_1(T_{so}) \dots (10)$$

3.3 Određivanje gubitaka nastalih usled troškova održavanja.

Gubitak usled održavanja čine ustvari troškovi održavanja. Troškovi održavanja formiraju se od troškova preventivnog održavanja intervencije tj.

$$G_t = T_{so} + D_t \dots (9)$$

D_t - troškovi izazvani naknadnom intervencijom posle pojave kvara.

Ovaj izraz ima složen karakter zbog sledeće činjenice: Kada se troškovi preventivnog održavanja menjaju, menjaju se i troškovi zbog naknadnih intervencija. Kažem smišljeno pošto je pojava iznenadnih kvarova manje verovatna ako je uređaj negovan i preventivno održavan ali ulaganja u preventivu logički moraju biti ograničena. Samim tim i pomenuta zakonitost važi za ograničeni dijazon ulaganja u preventivu.

Navedena tvrdnja ukazuje da su troškovi naknadnih intervencija funkcija troškova preventivnog održavanja pa važi da je:

$$D_t = f_2(T_{so}) \dots \dots (10)$$

Gubitak usled održavanja može se napisati kao:

$$G_p = T_{so} + f_2(T_{so}) \dots \dots (11)$$

Pošto se razmatranje odnosi na sistem sa mnogo elemenata određivanje zavisnosti naknadnih troškova održavanja od preventivnog održavanja vrši se na osnovu retrospektivne analize za svaki element. Na osnovu analize formira se tablica trenda a na osnovu nje funkcionalna zavisnost:

$$D_t = f_2(T_{so}) \dots \dots (12)$$

Pri posmatranju toka novca razne alternative uzimaju se kao funkcija raznog nivoa preventivnog održavanja.

3.4 Određivanje dodatnih gubitaka direktno nastalih usled zastoja.

Ovaj gubitak meri se povećanjem tekućih troškova zbog prekida procesa. Na primer: propadanje sirovine, lomovi na drugim sredstvima skraćivanje veka trajanja sredstava, pogoršavanje karakteristika regulacionih jedinica i tačnosti instrumenata, neiskorišćenje radne snage i td. Ovaj gubitak predstavlja složen problem. Često se ne može izražavati na troškovnom principu nego prima širi značaj. Tako recimo gubitak usled zastoja u isporuci električne energije na širem području ne može se meriti samo cenom neisporučene el.energije, nego ima odraz na ceo tok života u regionu. U prometnoj sferi neisporuka zbog zastoja izaziva nepoverenje kupca smanjuje konkurentsku moć i takodje se ne može meriti samo gubitkom kroz cenu neisporučene robe. Ako se izraz za troškove direktno izazvane zastojem posmatra kroz prizmu donosioca odluke najbolje je da se tretira kao ograničavajuća okolnost. Sve zavisi od slučaja.

4. PRIMENA

Istraživanja su izvršena na uzorku od 84 benzinske pumpne stanice i posmatrane su sledeće veličine:

- n-broj istakačkih mesta
- P-novčani prihod od prodaje goriva.
- t_g-broj sati rada istakačkog mesta godišnje
- t_z-vreme zastoja po istakačkom mestu godišnje
- T_{so}-troškovi preventivnog održavanja po istakačkom mestu godišnje
- D_p- smanjenje prihoda zbog zastoja po istakačkom mestu
- I- izdaci po istakačkom mestu nezavisni od aktivnosti održavanja
- D_t-troškovi naknadnog održavanja po istakačkom mestu godišnje.
- G -gubitak nastao zbog zastoja.

Originalne vrednosti su grupisane u deset grupa po vrednosti troškova preventivnog održavanja u rastućem nizu i izračunate su srednje vrednosti za smanjenje prihoda, troškove naknadnog održavanja i ukupnih gubitaka.

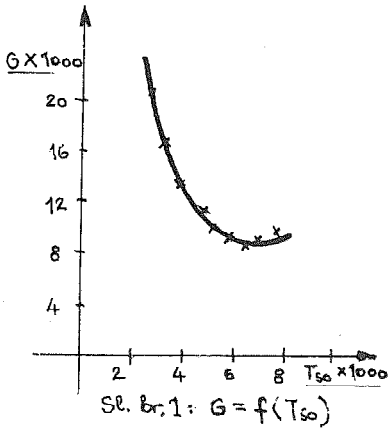
Primenom standardnih postupaka matematike u statistici izvršena je optimalizacija ulaganja u preventivno održavanje i samim tim dobijena mogućnost predviđanja potrebnog nivoa pouzdanosti u cenovnom pogledu. Originalne srednje vrednosti podataka sredene po uzorku veličine ulaganja u preventivno održavanje prikazane su u donjoj tabeli:

T _{so}	G=T _{so} + D _p + D _t
2750	21.358
3250	16.633
3750	13.651
4250	11.432
4750	11.313
5250	9.873
5750	9.731
6250	9.585
6750	9.650
7250	9.700

Grafik funkcije srednjih vrednosti:

$$G = f(T_{so})$$

prikazan je na slici broj 1. Iz grafika se vidi veoma važna karakteristika sistema: Ukupni gubici naglo opadaju do jedne vrednosti ulaganja u preventivno održavanje a posle toga polako rastu".



Značajno je primetiti da ulaganje u preventivu preko optimuma ima znatno veće efekte na uštede nego ulaganje ispod optimuma u određenom dijapazonu.

U konkretnom slučaju dobijeni su sledeći rezultati: Prosečna vrednost optimalnog ulaganja u preventivno održavanje po istakačkom mestu iznose: 5.163,00 = din/godišnje. Prost indeks vrednosti diferencije u realizaciji po istakačkom mestu (max/min) iznosi 10,67 dok prost indeks ulaganja u preventivno održavanje iznosi 1,14. Znači padom promeza za 10,67 puta zahtev za održavanje pada samo 1,14 puta.

Na osnovu rezultata i dobijenih vrednosti kao i tehničke analize programa određuje se program održavanja kao mera za postizanje zahtevane efikasnosti sistema u eksploataciji.

5. ZAKLJUČAK

1. Kriterijum za vrednovanje efikasnosti tehničkog sistema u eksploataciji može biti nivo održavanja kao mera regulacije ukupnog toka novca.

2. Prikazana metoda daje mogućnost uspostavljanja funkcionalne zavisnosti ukupnih gubitaka kao posledice otkaza i po svojoj karakteristici ima ekstremum, što daje mogućnost optimalizacije.

3. U konkretnom pitanju izvršena je optimalizacija nivoa održavanja kao mere vrednovanja efikasnosti tehničkog sistema.

4. Istraživanje je sprovedeno tokom 1979 godine te novčane vrednosti treba posmatrati kroz tu prizmu.

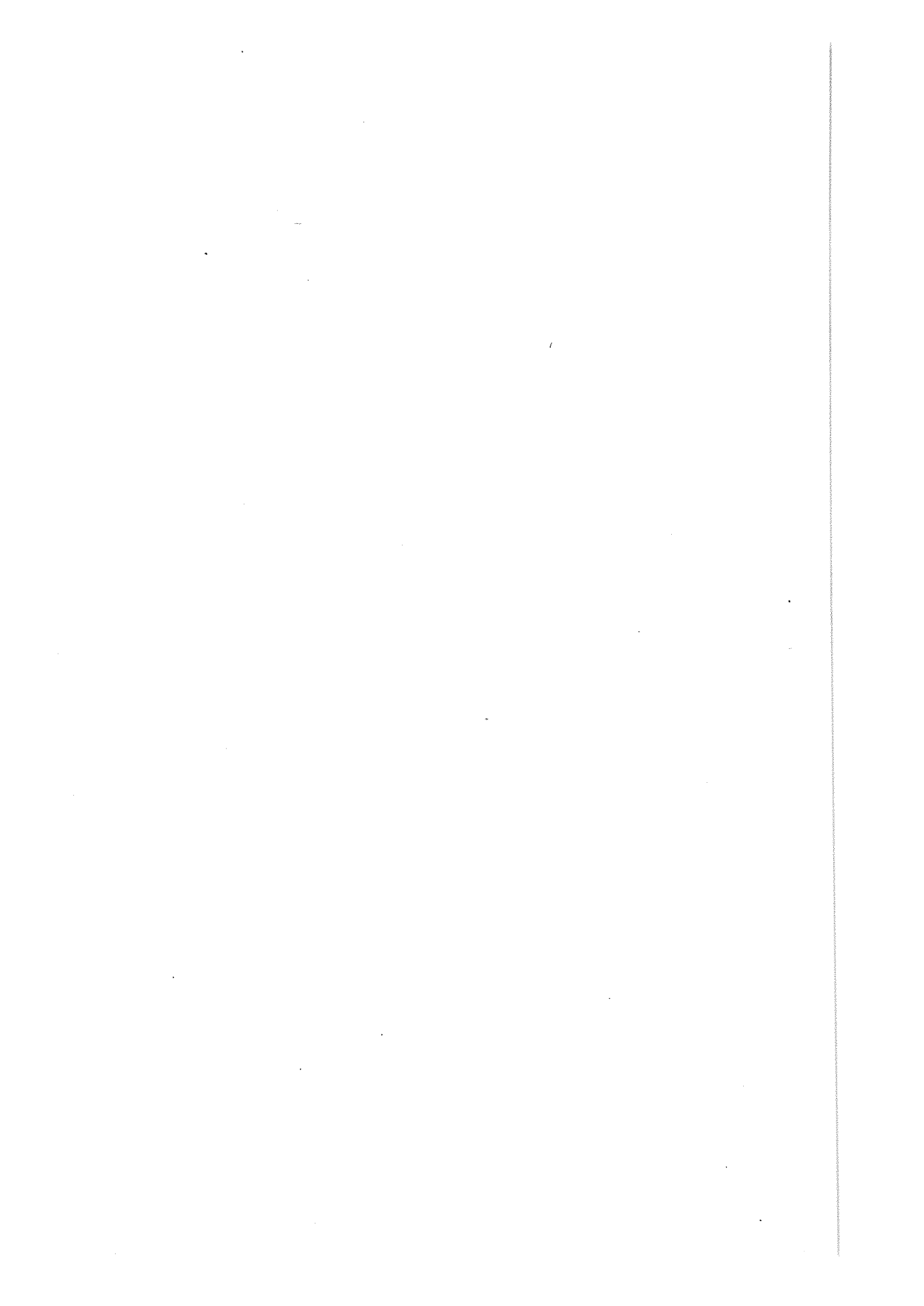
6. LITERATURA

Đipanov Relja Mr. Modulza određivanje gubitaka nastalih zbog poremećaja tehničke funkcionalnosti-OMO-br.4/76

Mihajlov V.V: Nadležnost elektro-snažbenija promišljenih predpriatij "Energija"-Moskva 1973.

Milovanović V. dr.: Kriterijumi za donošenje inženjerskih odluka. Zbornik radova Mašinskog fakulteta u N.Sadu br.7/1981.

Obradović M.,dipl.ecc: Ekonomika poslovanja benzinskih stanica od 1968 do 1969 godine Jugopetrol Novi Sad 1970.



AUTOMATSKO PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKOG PROCESA ZA NUMERIČKI UPRAVLJANE
MAŠINE ALATKE ZA OBRADU STRUGANJEM, PRIMENOM SAPOR-S SISTEMA

RATKO GATALO, JOŽEF REKECKI, JANKO HODOLIČ, LJUBOMIR BOROJEV, MILAN ZELJKOVIĆ
Institut za proizvodno mašinstvo, Fakultet tehničkih nauka

VELJKO MILOŠEVIĆ, ZORA KONJČOVIĆ
Institut za matematiku, Prirodnomatemički fakultet

DUŠAN MALBAŠKI
Institut za industrijske sisteme, Fakultet tehničkih nauka
Univerzitet u Novom Sadu, Jugoslavija

U radu se daju originalne informacije o SAPOR-S sistemu za automatsko projektovanje tehnološkog procesa za numerički upravljane mašine alatke za obradu struganjem, koji je razvijen u Laboratoriji za mašine alatke Instituta za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

Ukratko se daje model sistema, princip formalizovanja ulaznih informacija o izradku, sa primerima medjurezultata i konačnih rezultata. Ukazuje se na određene specifičnosti i prednosti SAPOR-S sistema u odnosu na sisteme slične namene.

Kroz završni osvrt ukazuje se na pravce daljeg razvoja SAPOR sistema.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Krajem 1980. godine, nakon višegodišnjih istraživanja na Institutu za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, okončana je druga razvojna faza SAPOR-S sistema za automatizovano projektovanje tehnološkog procesa za NU mašine alatke za obradu struganjem. Ovom fazom SAPOR-S sistema, kao prvi jugoslovanski sistem za automatizovano projektovanje tehnološkog procesa za NUMA, doveden je do eksperimentalne primene. Po svojim performansama, primenjenim modelima i izvedenim rešenjima, sistem predstavlja u potpunosti originalno rešenje. Konceptija SAPOR-S sistema i njemu odgovarajućeg SAPOR simboličnog jezika proizašla je iz šire konceptije ukupnog SAPOR sistema (Sistem za Automatizovano Projektovanje u području Obrade Rezanjem) koja se oslanjala na jedinstvenom pristupu u projektovanju tehnološkog procesa izrade za numerički upravljane i konvencionalne mašine alatke. Ceo sistem projektovan je i testiran na elektronskom računaru VARIAN 73 sa 32 K 16-bit REČI.

Kroz ovaj rad želi se ukazati na konceptiju sistema, konceptiju formalizovanja ulaznih informacija kao i na određene međufazne i završne rezultate u primeni sistema. Detaljnije informacije o ovoj problematici mogu se naći u [1], [2], [3], [4].

2. KONCEPCIJA SISTEMA

Osnovnu strukturu celog sistema čine četiri podsistema:

- podsistem za formalizovanje ulaznih infor-

macija (simbolični jezik) u pripremu i izradku za koji se želi projektovati proces izrade

- informaciona podloga u vidu banke podataka (datoteka informacija) neophodnih za uspešno odvijanje procesa projektovanja
- računarski program (procesor) u kojeg je ugrađena strategija projektovanja
- prilagodjavanje informacija.

Sistem je tehnološki orijentisan i kao takav zahteva datoteke informacija o: alatima, materijalima, kompleksnim postupcima, mašinama, određenim pomoćnim podacima itd. Procesor sistema je koncipiran na modularnom principu što daje celom sistemu veću fleksibilnost i omogućuje primenu istog na računaru manjeg kapaciteta.

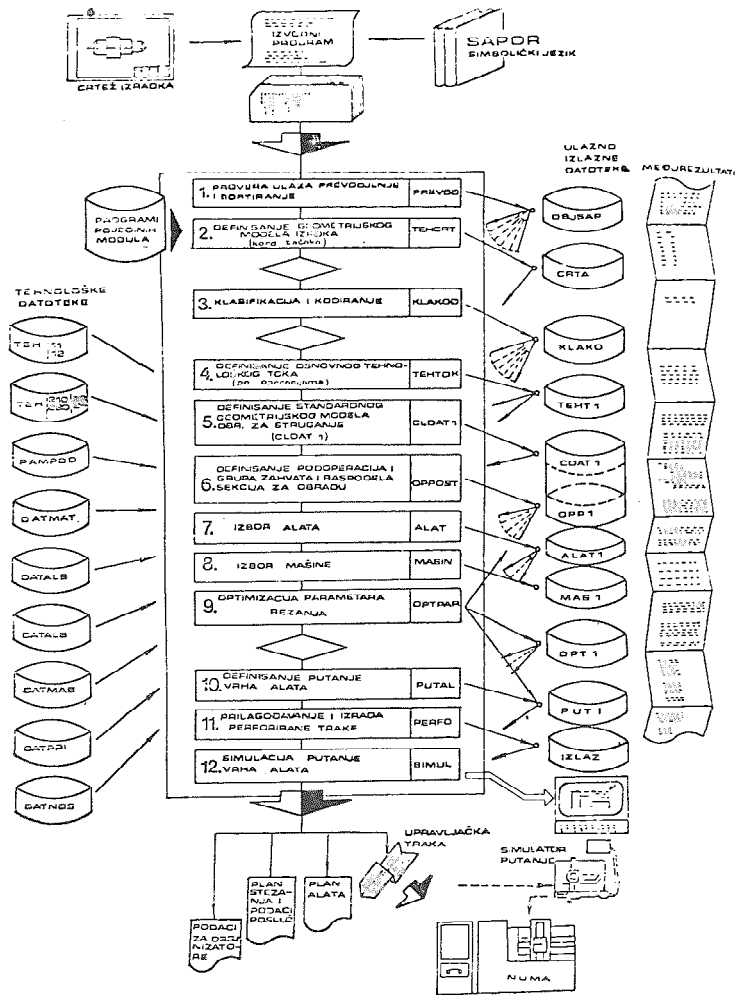
Na slici 1. navodi se uopšteni model SAPOR-S sistema, dok se u nastavku bez upuštanja u detalje, daje grubi prikaz pojedinih modula sistema, odnosno funkcija pojedinih programskih celina koje im odgovaraju.

"PREVOD"-PROVERA ULAZA, PREVODJENJE I SORTIRANJE

Služi za otkrivanje grubih sintaktičkih grešaka u izvornom programu, a posle njihovog otkrivanja i ispravljanja, za prevodjenje izvornih informacija na Interni kod i zatim za njihovo sortiranje u operativnoj datoteci OBJSAP. Navedeno sortiranje omogućuje u kasnijim modulima brzi pristup bilo kom podatku iz izvornog programa.

"TEHCRT"-DEFINISANJE OSNOVNOG GEOMETRIJSKOG MODELA IZRADKA

Ovaj modul predstavlja u suštini jedan od



Slika 1. Model SAPOR-S sistema

modula značajan za povezivanje SAPOR-S sistema sa sistemom za izradu tehničkog crteža. Obuhvata definisanje koordinata tačaka konture aksijalnog preseka izradka. Za slučaj da se želi kompleksna semantička provera lako je pozvati odgovarajući program za crtanje konture na VIDEO jedinici.

"KLAKOD"- KLASIFIKACIJA I KODIRANJE
 Obuhvata definisanje klasifikacionog broja izradka koji u kasnijim modulima služi za izbor odgovarajućih tipičnih redosleda operacija, tipičnih redosleda podoperacija i tipičnih redosleda grupa zahvata. Pored toga služi i za definisanje koda materijala, kao podloge za pristup određenoj grupi podataka o materijalu.
 Otvoreno pitanje odlučivanja iza ovog mo-

dula ukazuje na mogućnost nadgradnje sa modulom za projektovanje priprema.

"TEHTOK"-DEFINISANJE OSNOVNOG TEHNOLOŠKOG TOKA

Služi da se na bazi najpre izvršenog izbora tipičnog redosleda operacija, izvrši aktualizacija svake operacije iz tipičnog redosleda. Dobijeni redosled obrade obuhvata sve operacije obrade za konkretni izradak.

"CLDAT1"-DEFINISANJE STANDARDNOG GEOMETRIJSKOG MODELA

Služi za definisanje geometrijskog modela izradka u obliku CLDATA1.

"OPPOST"-DEFINISANJE PODOPERACIJA I GRUPA ZAHVATA (ZA PODOPERACIJE STRUGANJA) I RASPODELA SEKCIJA ZA OBRADU

U prvom nivou vrši se izbor tipičnog redosleda podoperacija u okviru operacije struganja a zatim odgovarajuća aktuelizacija. U drugom nivou vrši se izbor tipičnog redosleda grupe zahvata u okviru podoperacije a zatim odgovarajuća aktuelizacija. U trećem nivou vrši se raspodela sekcija za obradu po pojedinim grupama zahvata koji odgovaraju obradi prvostepenih oblika i definišu karakteristične tačke kontura sekcija. Za drugostepene i trećestepene oblike vrši se definisanje geometrijskih parametara značajnih za realizaciju postupaka obrade.

"ALAT"-IZBOR ALATA

Izbor alata obavlja se za svaku grupu zahvata, odnosno svaki zahvat u okviru podoperacije struganja. Pri tome izbor obuhvata: izbor tipa alata za obradu zahvata, izbor materijala reznog dela alata, izbor geometrije reznog dela alata, izbor preseka drške alata i definisanje zbirnog prioriteta alata.

"MAŠIN"-IZBOR MAŠINE

Izbor mašine obavlja se za svaku podoperaciju struganja i/ili operaciju struganja. To znači da se mašina alatka bira uvek za obradu svih zahvata pri nepromenjenim uslovima stezanja. Takva koncepcija je posebno u skladu sa potrebom da se kod NUMA za svaku podoperaciju projektuju upravljačke informacije i nosilac informacija kao nezavisne celine. Izbor optimalne mašine alatke u datom slučaju izvodi se obzirom na dimenzije radnog prostora mašine, idealni prečnik obradka i ugradjenu snagu mašine.

"OPTPAR"-OPTIMIZACIJA PARAMETARA REZANJA

Namena ovog modula je da se na osnovu rezultata prethodnih modula odrede optimalni parametri rezanja za svaku grupu zahvata unutar svake podoperacije. U slučaju grupa zahvata koje je neophodno realizovati u više prolaza, u ovom modulu se vrši iznalaženje optimalne varijante podele na prolaze, odnosno optimalnih parametara. Iznalaženje optimalnih parametara rezanja za pojedine grupe zahvata vrši se na osnovu niza tehnoloških ograničenja i odgovarajuće funkcije cilja.

"PUTAL"-DEFINISANJE PUTANJE VRHA ALATA

Pod putanjom alata podrazumeva se niz uzastopnih položaja alata pri njegovom relativnom kretanju u odnosu na radni predmet, koji su neophodni za odvijanje procesa rezanja pri oblikovanju željene konture. Pri tome je putanja određena nizom karakterističnih tačaka u kojima dolazi do promene kretanja po pravcu ili veličini. Programom PUTAL definišu se koordinate karakterističnih tačaka svakog alata pri realizaciji odgovarajućih grupa zahvata unutar podoperacije i vrši se formiranje standardnog izlaza iz procesora (računarskog programa) u vidu CLDATA2.

"PERFO"-PRILAGODJAVANJE I IZRADA PERFORIRANE TRAKE

U prvom nivou ovaj modul ima ulogu tzv. POSTPROCESORSKOG prilagodjavanja izlaznih informacija konkretnoj NUMA i njenom upravljačkom sistemu i prateće dokumentacije u vidu plana stezanja, plana alata i listiniga programa za upravljanje NU mašinom alatom. U drugom nivou vrši se izrada perforirane trake.

"SIMUL"-SIMULACIJA PUTANJE VRHA ALATA

Ovaj modul obezbeđuje proveru nosioca informacija. U prvoj varijanti proveru je moguće izvesti na posebnom simulacionom sistemu. U drugoj varijanti proveru se izvodi preko VIDEO jedinice kao terminala računarskog sistema.

3. KONCEPCIJA FORMALIZOVANJA ULAZNIH INFORMACIJA - SAPOR SIMBOLIČNI JEZIK

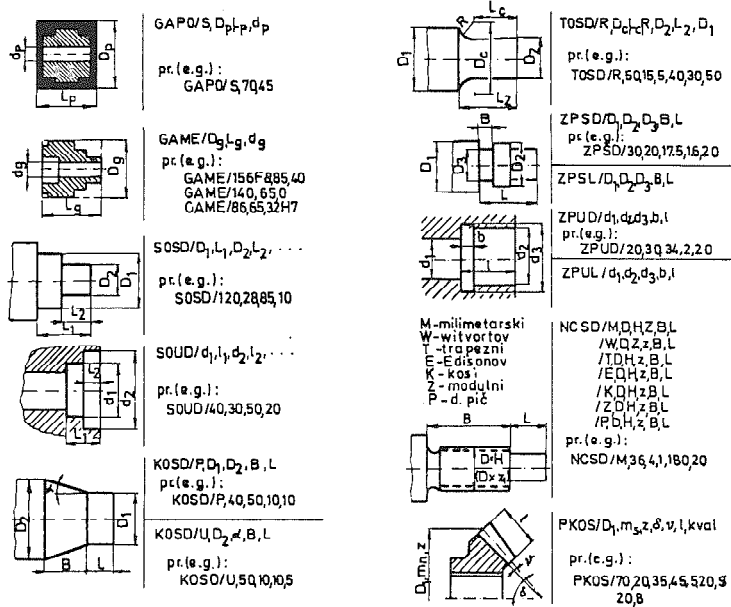
U težnji da se ostvare određene pretpostavke u smislu jednostavnosti programiranja izraženu lakim učenjem i kratkim izvornim programom, kao i jednostavnosti potrebne procesorske obrade uz pogodnost za jedinstveni prilaz postavljanju sistema tehnološkog projektovanja za numerički upravljane i konvencionalne mašine alatke, postavljena je na bazi višegodišnjih istraživanja koncepcija SAPOR simboličnog programskog jezika. Osnovna struktura simboličnog programskog jezika SAPOR bazira na relativno širem obimu geometrije maksimalno podešene tehnološkim zahtevima i relativno užoj grupi tehnoloških instrukcija (slika 2.). Pri tome geometrija bazira na podeli rotacionih oblika na osnovne prvostepene, drugostepene i trećestepene oblike koji se obradjuju na mašinama za obradu struganjem i to: programskim kretanjem alata, programskim alatom ili kombinovano programskim kretanjem programskog alata, kao i na nerotacionim površinama (oblicima) koji se u principu realizuju na ostalim mašinama. Geometrija SAPOR simboličnog jezika u najširem obimu sadrži ukupno 75 instrukcija svrstanih u 10 osnovnih grupa, pri čemu su kod određenih instrukcija predviđene najviše po tri modifikacije, dok tehnologija sadrži 8 osnovnih instrukcija i 15 instrukcija koje se odnose na termičku obradu. Osnovni simbolični nazivi instrukcija koncipirani su u duhu srpsko-hrvatskog jezika, pri čemu početna slova definicije oblika čine osnovni simbolični naziv instrukcije, npr:

stepeni oblik spoljašnji desni SOSD
torusni oblik unutrašnji levi TOUL
žljeb trapezni spoljašnji desni ZTSD

Osnovni oblik simboličnog zapisa u okviru jedne instrukcije ima oblik:

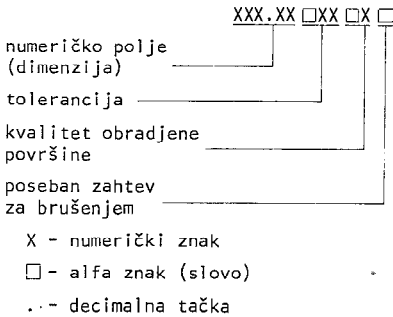
simbol/a,b,c,d,e,f,...

gde je ispred kose crte naveden simbol oblika (npr. SOSD, TOUL), a iza linije slogovi alfa-numeričkih podataka.



Slika 2. Primer nekih instrukcija SAPOR simboličnog jezika

Svaki slog podataka ograničen je na 12 alfa-numeričkih znakova. U opštem slučaju slog ima oblik:



pri čemu se kod pisanja izvornog programa koriste samo neophodni broj znakova koji proizilaze iz crtežom definisane dimenzije (npr. 80H7Q8B, 20Q8, 128.05, 32). Pored geometrijskih i tehnoloških instrukcija SAPOR simbolični programski jezik sadrži i 5 instrukcija koje su svrstane pod ostale elemente jezika.

Uporedjenje izvornih programa pisanih u SAPOR i drugim simboličnim programskim jezicima, pokazalo je da SAPOR simbolični jezik omogućava relativno kratke izvorne programe u pogledu geometrijskog dela informacija (slika 3.). Na bazi uporedjenja više izvornih programa konstatovano je da SAPOR u odnosu na EXAPT-2 omogućuje skraćenje u ovom pogledu i preko 50 %, pri čemu je skraćenje

izrazitije kod komplikovanijih radnih delova.

Simbolični jezik	BALOGH	MAI	COBRA	EXAPT-2	SAPOR
Broj instrukcija	8	14	12	17	11
Broj znakova	173	568	222	310	192

Slika 3. Uporedni podaci o dužini izvornog programa za telo koničnog zupčanika

U pogledu tehnološkog dela instrukcija, mada uporedjenje nema mnogo smisla obzirom na različite prilaze izgradnji procesora sistema, skraćenje obima izvornog programa kod SAPOR simboličnog jezika kreće se i do 50 puta. Uporedjenje kompletnih izvornih programa u jednom i drugom simboličnom jeziku pokazalo je da obimi izvornih programa posmatrano kroz broj instrukcija stoje okvirno u odnosu 1:4, pri čemu ovaj odnos približno odgovara i u slučaju ako se kao osnova za uporedjenje uzima i ukupan broj alfa-numeričkih karaktera sadržanih u izvornom programu.

4. ZAVRŠNI I NEKI OD MEDJUFAZNIH REZULTATA

Modularna koncepcija glavnog računarskog programa (procesora) SAPOR-S sistema uslovlja je određenu strukturu medjufaznih rezultata koji se memorišu u ulazno izlaznim datotekama (slika 1.) kreiranih na eksternoj memoriji. Obzirom na potrebu uvida u ove podatke, obezbedjena je u razvojnoj fazi celog sistema mogućnost štampanja svih medjurezultata na listinzima. Na slici 4. prikazani su segmenti

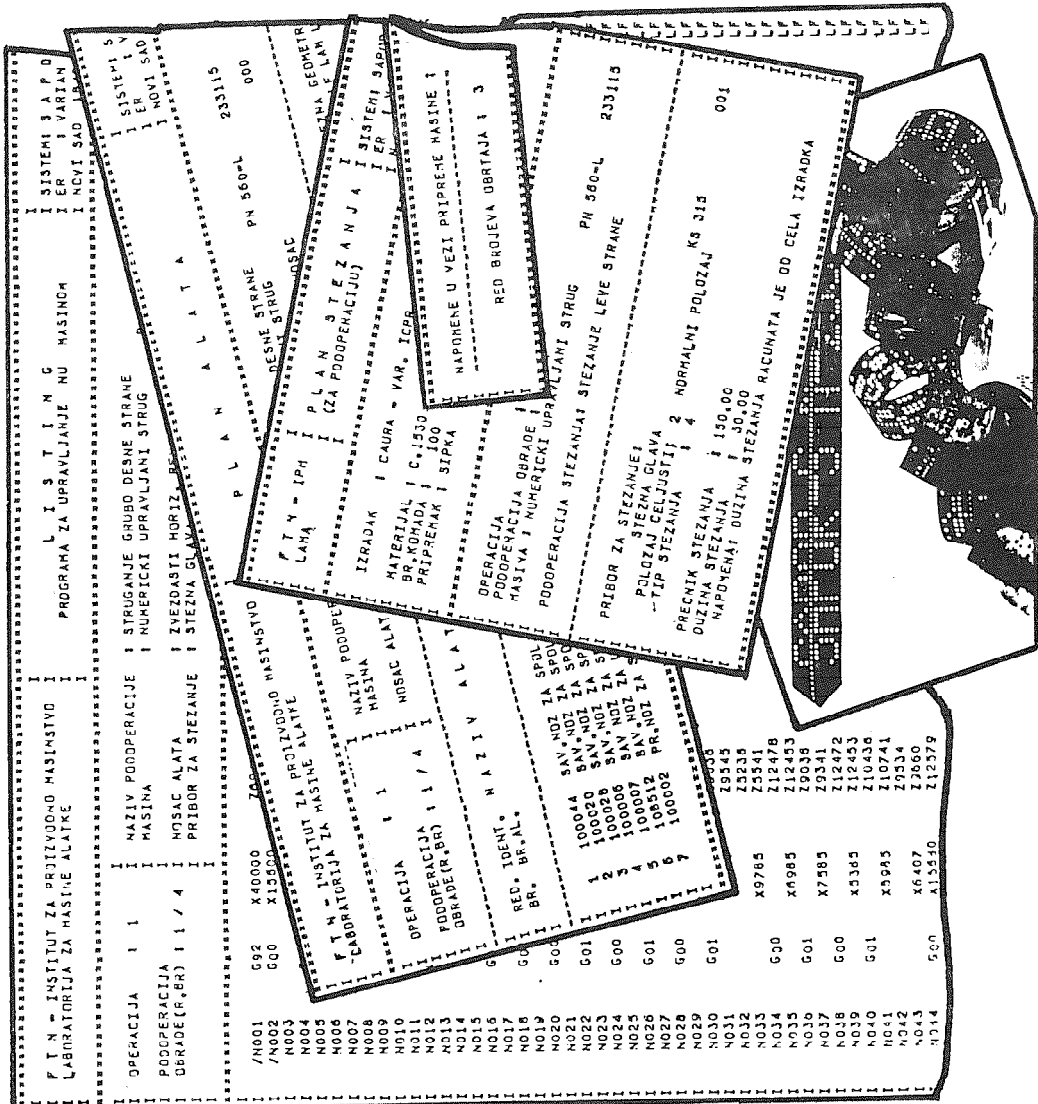
- nekih od međufaznih rezultata i to:
 - a. izvorni program kao rezultat obrade u modulu "PREVOD"
 - b. osnovni tehnološki tok - izlazni rezultati iz modula "TEHTOK"
 - c. definisanje podoperacija i grupa zahvata (za operacije pojedina) - izlazni rezultati iz modula "OPPOST".

Završne izlazne informacije SAPOR-S sistema oblikovane su u vidu:

- upravljačke perforirane trake
- listinga upravljačkog programa
- plana alata

- plana stezanja i
- napomena u vezi sa pripremom mašine.

Segmenti izlaznih rezultata SAPOR-S sistema za primer priprema i izradka i odgovarajući izvorni program na slici 4. za jednu podoperaciju obrade prikazuje slika 5. Za testiranje pojedinih modula i celog sistema korišćen je veliki broj primera izradaka od kojih su neki uzeti direktno iz proizvodnih pogona, dok je izvestan broj vrlo komplikovanih izradaka posebno projektovan za potrebe svestranijeg testiranja.



Slika 5. Segmenti izlaznih rezultata za jednu podoperaciju

5. KONCEPCIJA DALJNJEG RAZVOJA SISTEMA

U rezultatu dosadašnjih istraživanja došlo se do značajnih zaključaka i ideja koje se mogu podeliti na dve grupe:

- mogućnost daljnjeg razvoja SAPOR-S sistema, kao direktan nastavak dosadašnjih istraživanja i
- mogućnost daljnjeg uopštavanja ukupnog SAPOR sistema.

Daljnji razvoj SAPOR-S sistema proizilazi iz potreba da se postojeće rešenje unapredi u pogledu:

- povećanja kvaliteta projektovanog tehnološkog procesa
- ubrzanja procesa projektovanja
- snižavanja troškova projektovanja.

Koncepcija SAPOR-S sistema, kako je već u uvodu rečeno, proizašla je iz koncepcije ukupnog SAPOR sistema za automatizovano projektovanje tehnološkog procesa za NU i konvencionalne mašine alatke za delove (izradke) rotacionog oblika. Kompletne ideje o mogućnostima daljnjeg uopštavanja ukupnog SAPOR sistema prikazane su na slici 6. [3], [4].

Ove ideje mogu se svrstati u dve grupe:

- perspektiva proširenja sistema
- perspektive u smislu povišenja nivoa automatizacije.

PRORAČUN VITALNIH DELOVA SKLOPOVA		SAPOR-SKTP PRORAC			
IZRADA TEHNIČKOG CRTEŽA DELA		SAPOR-SKT TEHCRT			
PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKOG PROCESA	NUMERIČKI UPRAVLJANE MASINE (NUMA)	SAPOR-S		SAPOR-G	SAPOR-FPS
		SAPOR-SK			
	KONVENCIONALNE MASINE ALATKE	SAPOR-KA			
	PROGRA - RČNO NSKI UPRAVLJANE AVLJANE				
aktivnosti	ROTAACIONI OBLICI IZRADAKA	PRIZMATIČNI OBLICI IZRADAKA	FLEKSIBILNI PROIZVODNI SISTEMI		
oblici izradaka					

Slika 6. Mesto SAPOR-S sistema u sklopu koncepcija razvoja ukupnog SAPOR sistema, i koncepcija daljeg uopštavanja ukupnog SAPOR sistema

U smislu proširenja sistema, istraživanja obradnih površina i njihove učestanosti pojavljivanja, kao i postignuti određeni rezultati, pokazuju da je izvodljivo uz proširenje postojećeg simboličnog jezika, stvoriti mogućnost (što je već i uradjeno) za opis geometrije prizmatičnih izradaka, odnosno kasnije proširenje logike automatskog projekto-

vanja tehnološkog procesa i za ove oblike izradaka.

U nastavku se ukratko ukazuje na ideje navedene na slici 6.

Obzirom na velike mogućnosti SAPOR simboličnog jezika došlo se do zaključaka da određeni broj modula SAPOR-S sistema u potpunosti može odgovarati i novom sistemu SAPOR-KA za automatizovano projektovanje upravljačkih informacija i nosioca informacija za konvencionalne (mehaničke) jednovretene automate, dok je određeni broj modula neophodno prilagoditi obzirom na potrebnu metodologiju projektovanja.

Perspektive razvoja SAPOR sistema u smislu povišenja nivoa automatizacije potvrđuje koncepcija SAPOR-SKT sistema koji pored projektovanja tehnološkog procesa, kao prethodnu fazu u ukupnom nizu aktivnosti obuhvata i automatizovanu izradu tehničkog crteža [2]. Kroz dosadašnji razvoj SAPOR sistema došlo se i do određenih saznanja da ukupni sistem kao takav omogućava relativno lako proširenje sistema SAPOR-SKT sa fazom proračuna, pri čemu se i zaokružuje kompleksan prilaz automatizacije projektovanja u ovoj fazi, i takav sistem nazvan je SAPOR-SKTP.

Na kraju je značajno napomenuti da se u narednom petogodišnjem programu istraživanja, obzirom na objektivne mogućnosti i potrebe, planira proširenje SAPOR sistema i za automatsko programiranje fleksibilnih proizvodnih sistema - SAPOR-FPS.

LITERATURA

- [1] Rekecki, J., Gatalo, R., Borojev, Lj., Hodolič, J., i dr.: Simplifikacija programskih jezika za programiranje tehnologije obrade u cilju primene elektronskih računara manjeg kapaciteta, Istraživački projekat, deo 2, 3, 4, 5, 6, Institut za proizvodno mašinstvo, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1973-76.
- [2] Gatalo, R.: Prilog razvoju integralnog sistema za automatsko projektovanje rotacionih izradaka i njihove tehnologije izrade u metaloprerađivačkoj industriji, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1978.
- [3] Gatalo, R., Rekecki, J., Hodolič, J., Borojev, Lj., Zeljković, M., Milošević, V., Konjović, Z., Malbaški, D.: Razvoj "SAPOR-S" sistema za automatsko projektovanje upravljačkih informacija i nosioca informacija za NUMA, u konkretnim pogonskim uslovima, elaborat istraživačke teme, sveska 1, 2, 3, 4, Institut za proizvodno mašinstvo, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1980.
- [4] Rekecki, J., Gatalo, R., Borojev, Lj., Hodolič, J., Zeljković, M.: SAPOR sistem za automatizovano projektovanje - stanje i perspektiva razvoja, VI JUPITER konferencija, Cavtat, 1980.



ISTRAŽIVANJA EFEKTIVNOSTI VOZILA ZA ODRŽAVANJE PRUGA I POSTROJENJA U ŽELJEZNIČKOM TRANSPORTNOM SISTEMU

I. Hadžiosmanović, L. Jahić, I. Hajdarević
ZTO, Sarajevo

U radu je obradjen jedan konkretan slučaj istraživanja efektivnosti sistema za održavanje pruga i postrojenja u željezničkom transportnom sistemu. Polazeći od vremenske slike stanja za konkretan slučaj prišlo se proračunima potrebnih faktora za utvrđivanje funkcije gustine stanja u OTKAZU, funkcije gustine pojava u RADU i funkcije intenziteta u OTKAZU.

1.0. U V O D

Željeznička šinska vozila služe za održavanje pruga i postrojenja i svojom namjenom omogućuju podizanje većeg stepena urednosti i bezbjednosti željezničkog saobraćaja. Kako sa stepenom efektivnosti funkcionisanja šinskih vozila utičemo na propusnu i prevoznu moć pruga, to se održavanju šinskih vozila mora posvetiti posebna pažnja. Inače, stanje šinskih vozila za potrebe održavanja pruga i postrojenja u svim OOUR-a koje imaju u svom voznom parku susreće se određenim problemima. To se prije svega misli na nedovoljan broj stručnih radnika na održavanju i rukovanju, raznolikost u tipovima i namjeni, problem snabdjevanja rezervnih djelova, mogućnostima efikasnog i preventivnog održavanja kao i poštovanje određenih uslova koje se odnose na šinska vozila koja saobraćaju na prugama JZ-a.

Radi toga, ovim radom želi se obraditi jedan konkretan slučaj istraživanja efektivnosti vozila za održavanje pruga i postrojenja u željezničkom transportnom sistemu. Polazeći od vremenske slike stanja za konkretan slučaj prišlo se proračunima potrebnih faktora za utvrđivanje funkcije gustine stanja u OTKAZU, funkcije gustine pojave u RADU i funkcije intenziteta u OTKAZU.

1. Analiza vremenske slike stanja

Na osnovu istraživanja vremena u RADU i vremena u OTKAZU za period od šest mjeseci, uzeto je sedam vozila za ispitivanje.

Uvidom u radnu dokumentaciju o ispravnosti vozila u OOUR-a utvrđeno je da se za svako vozilo može nacrtati vremenska slika stanja kako je to prikazano na slici 1.

Na osnovu slike stanja moguće je izračunati:

1.1. Izračunavanje srednjih vremena u RADU i OTKAZU za svako vozilo pojedinačno

Proračun srednjeg vremena U RADU za svako vozilo izračunaje se prema obrascu:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n} \quad (\text{jed. vremena})$$

Za posmatrani sistem uzeto je da svako vozilo mora da je ispravno 23 radna dana. Osnovna jedinica vremena je (dan).

Q_i - i-to vrijeme u RADU a
 n_i - broj intervalu RADU.

Srednje vrijeme U OTKAZU izračunaje se na sljedeći način:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^m v_i}{m} \quad (\text{jed. vremena})$$

gdje je:

v_i - i-to vrijeme u OTKAZU
 m_i - broj intervala u OTKAZU.

U sljedećoj tabeli br. 1. date su izračunate vrijednosti Q i N za svako vozilo posebno u posmatranom periodu.

Tabela br. 1.

Broj vozila	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇
Q(dana)	11,8	10,83	9,6	10,58	8,93	9,38	11,36
N(dana)	2	1,33	1,87	1,87	1,62	2,23	2,6

VREMENSKA SLIKA STANJA VOZILA ZA PERIOD VII-XII

Mjesec Br. vozila	VII	VIII	IX	X	XI	XII
V ₁	7 3 13	2 3 8 2 8	2 3	18 4 1	5 1 5 2 10	2 3
V ₂	2 3	11 2 10	5 2 10 1 5	17 1 5	2 3	5 1 8 1 8
V ₃	5 2 10 2 4	2 3	11 1 11	8 1 5 1 8	14 18	11 2 10
V ₄	20 21	3 1 4 4 11	5 1 10 2 5	2 3	16 1 6	2 3
V ₅	8 1 14	4 3 12 1 3	2 3	2 4 17	2 1 3 1 5 1 10	15 1 7
V ₆	13 1 9	2 3	4 2 6 2 9	18 2 3	19 3 1	25 13 1 2
V ₇	2 3	16 2 5	20 2 1	8 7 8	2 3	7 1 7 1 7

Slika br. 1

1.2. Izračunavanje srednjih vremena u RADU i OTKAZU

Uzeto je za sva vozila mjesečno. U tabeli br. 2 prikazana su vremena u RADU i OTKAZU.

Tabela br. 2

mjesec \bar{Q}, \bar{N}	VII	VIII	IX	X	XI	XII
\bar{Q} (dana)	11,54	9,53	9,58	10,07	9,8	9,87
\bar{N} (dana)	1,83	2,13	1,62	2,86	1,75	1,62

1.3. Izračunavanje koeficijenta gotovosti "K_g"

Uzeto je za sva vozila po mjesecima, a na osnovu podataka dobivenih u tabeli br. 2, izračunate su vrijednosti "K_g" koje su date u tabeli 3.

Tabela br. 3.

mjesec koeficijent gotovosti "K _g "	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$K_g = \frac{Q}{Q+N}$	0.863	0.817	0.858	0.779	0.848	0.859

1.4. Izračunavanje funkcije gotovosti

Za period od 23 radna dana u mjesecu oktobru, funkcija gotovosti računa se prema obrascu:

$$G(t) = K_{G10} + (1 - K_{G10}) e^{-\frac{t}{N \cdot K_{G10}}}$$

vrijednosti u gornjem izrazu iznose;

$$K_{G10} = 0,779$$

$$t = (1-23) \text{ dana}$$

$$N = 2,86 \text{ (dana)}$$

Na osnovu gornjeg izraza i podataka može se izračunati vrijednost funkcije gotovosti koja je data u tabeli 4.

Tabela br. 4.

t(dan)	7	14	20	23
G(t)	0.880	0.816	0.794	0.789

Na slici 2. prikazana je funkcija gotovosti za mjesec oktobar.

1.5. Izračunavanje funkcije raspodjele pouzdanosti sistema

Izračunaje se prema obrascu:

$$P_S(t) = e^{-\bar{\lambda} \cdot t}$$

Kako je $\bar{\lambda}$ koeficijent intenziteta OTKAZA, iz-

računava se na sljedeći način:

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{\bar{Q}_{10}} = \frac{1}{10,07} = 0,0993 \left(\frac{1}{\text{dan}}\right)$$

U tabeli br. 5. izračunate su vrijednosti funkcije pouzdanosti sistema za mjesec oktobar.

$$P_S(t) = e^{-\bar{\lambda} \cdot t} = e^{-0,0993 \cdot t}$$

Tabela br. 5.

dani	7	14	21	23
$P_S(t)$	0.853	0.721	0.613	0.519

1.6. Izračunavanje funkcionalne podobnosti sistema

Definisana je izrazom:

$$F_p = \frac{N}{N_R}$$

gde je:

N - broj realizovanih zadataka u odredjenom vremenskom periodu.

N_R - broj predvidjenih zadataka (planirane količine).

U tabeli br. 6. prikupljeni su podaci koji se odnose na razvlačenje tucanika na pruži u mjesecu oktobru radi zamjene dotrajalog i uskladištenja rezerve, kao i vrijednost funkcije podobnosti sistema za posmatrani period.

Tabela br. 6:

broj dana n, N, F	7	14	21	23
$N(m^3)$	304,5	531	666,7	692
$N_R(m^3)$	324	648	926	1065
$F_p = \frac{N}{N_R}$	0,940	0,820	0,720	0,690

1.7. Izračunavanje efektivnosti sistema

Izračunaje se prema obrascu:

$$E_S(t) = P_S(t) \cdot G_S(t) \cdot F_p = e^{-0,0993 \cdot t} \left| 0,779 + (1 - 0,779) e^{-\frac{t}{2,86 \cdot 0,779}} \right| \frac{N}{N_R}$$

U tabeli br. 7. izračunate su vrijednosti funkcije efektivnosti sistema za posmatrani period.

Tabela br. 7.

dani	7	14	20	23
$P_S(t)$	0.852	0.721	0.613	0.519
$G_S(t)$	0.880	0.816	0.794	0.789

Nastavak tabele br. 7.

F_p	0.940	0.820	0.721	0.690
$E_s(t) = P_s(t) \cdot G_s(t) \cdot F_p$				
	0.704	0.482	0.350	0.282

Na slici br. 3 prikazana je kriva $E_s(t)$ za posmatrani period.

1.8. Izračunavanje srednjeg vremena u RADU i OTKAZU

Izračunaje se za sva vozila u posmatranom periodu. U tabeli br. 7. izračunate su veličine $\sum T_{ij}$ i $\sum n_{ij}$ za izračunavanje srednjeg vremena u RADU i srednjeg vremena u OTKAZU.

Tabela 8.

Vozila	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7
U RADU (dana)	123	130	125	127	124	122	125
$\sum T_{ij}$							
U OTKAZU (dana)	14	8	13	11	13	16	13
$\sum n_{ij}$							

Srednje vrijeme u RADU izračunaje se po obrascu:

$$T_{srj} = \frac{\sum T_{ij}}{\sum n_{ij}} = \frac{123+130+125+127+124+122+125}{7+7+7+7+7+7+7} = 17,92 \text{ (dana)}$$

Srednje vrijeme u OTKAZU za sva vozila izračunava se:

$$T_{sro_i} = \frac{\sum T_{ij}}{\sum n_{ij}} = \frac{88}{49} = 1.78 \text{ (dana)}$$

1.9. Izračunavanje koeficijenta otkaza svih vozila

Za posmatrani period izračunava se prema obrascu:

$$K_o = 1 - K_G = 1 - \frac{T_{srj}}{T_{srj} - T_{sro}} = 1 - 0.909 = 0.091$$

1.10. Izračunavanje koeficijenta ostvarenih rezultata

Za posmatrani period izračunava se na sljedeći način:

$$K_{OR} = K_G \frac{\sum T_{ij}}{\sum z_j \cdot n_j} = 0.909 \frac{878}{49.88} = 0.185$$

1.11. Ispitivanje pouzdanosti sistema VEJ-BUL-ovom raspodjelom

Na osnovu rezultata o vremenu u RADU i OTKAZU u mjesecu oktobru dobiveni su rezultati funkcije gustine pojava, kao i kumulativne vrijednosti za intervale date u tabeli 9.

Tabela br. 9.

Interval vremena (dani)	n	N-n	$P(t) = \frac{n-N}{N}$	$F(t) = 1-P$	Kumulativna vrijednost gustine pojave %
0-3	21	20	0.952	4.8	4.8
3-6	21	18	0.857	14.3	19.1
6-9	21	19	0.904	9.6	28.7
9-12	21	18	0.857	14.3	43.0
12-15	21	17	0.809	19.1	62.1
15-18	21	20	0.952	4.8	66.9
18-21	21	16	0.762	23.8	90.7
21-23	14	13	0.928	7.2	97.9

Odredjivanje parametara oblika i razmjene β i n na osnovu grafa odredjuje se grafičkim putem, pa u ovom slučaju imamo:

$$\beta = 1,6$$

$$n = 15$$

Kada su poznati parametri β i n možemo napisati:

- funkciju gustine stanja u OTKAZU, koja glasi:

$$f(t) = \frac{\beta}{n} \left(\frac{t}{n}\right)^{\beta-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{t}{n}\right)^\beta\right]$$

ili

$$f(t) = \frac{1,6}{15} \left(\frac{t}{15}\right)^{0,6} \cdot \exp\left[-\left(\frac{t}{15}\right)^{1,6}\right]$$

- kumulativna gustina pojava u radu glasi:

$$P(t) = 1 - F(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{n}\right)^\beta\right]$$

$$P(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{15}\right)^{1,6}\right]$$

- intenzitet otkaza definisan je izrazom:

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{n} \left(\frac{t}{n}\right)^{\beta-1}$$

$$\lambda(t) = \frac{1,6}{15} \left(\frac{t}{15}\right)^{0,6}$$

Na slici broj 5. nacrtane su funkcije $f(t)$, $P(t)$ i $\lambda(t)$ sa uporedjenjem sa krivoljama koje prikazuju teorijske krive.

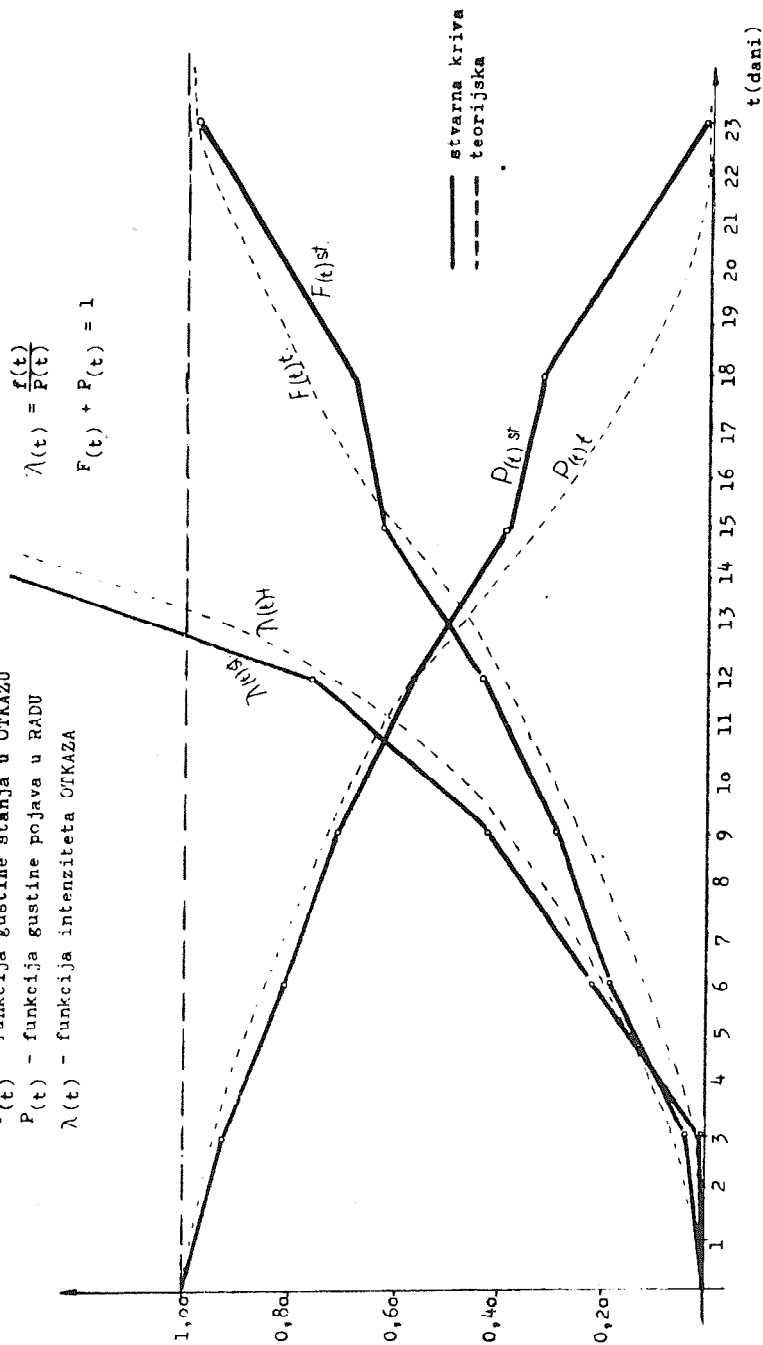
1.12. Test Kolgorov-Smirnov - "d" test

Ovaj test služi za provjeru dobijene raspodjele tj. da li je dobijena raspodjela odgovara stvarno usvojenoj pretpostavci.

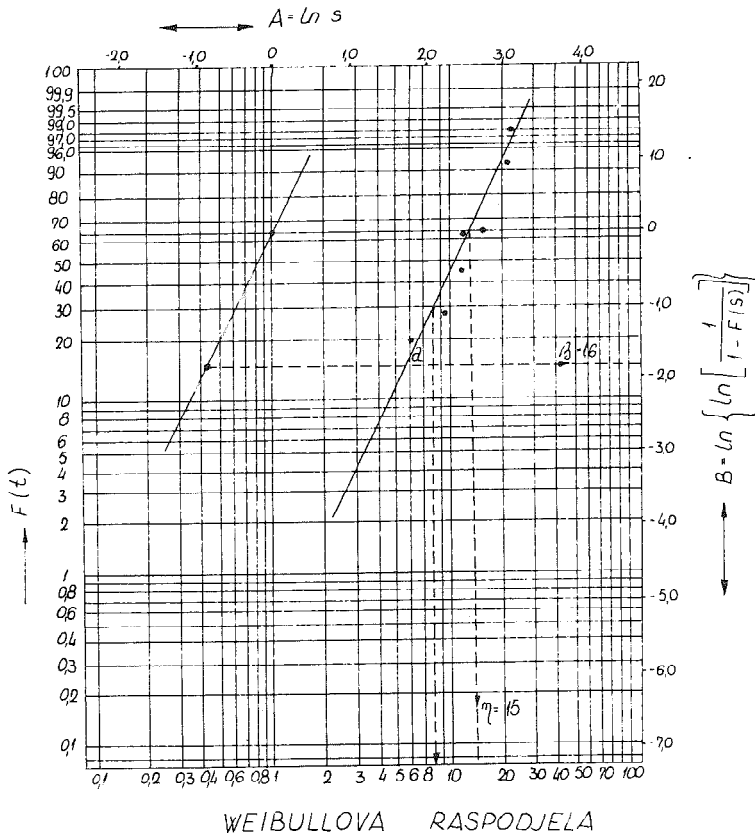
Analizirajući sve tačke dobivene na slici br. 4. jasno se može uočiti da nema rasipanja, pa provodjenje testa nema ni osnovu jer se sve tačke dobijene proračunom nalaze uz pravu "a", što potvrđuje da se radi o Vejbulovoj raspodjeli.

GRAFIČKI PRIKAZ :

- $F(t)$ - funkcija gustine stanja u OTKAZU
- $P(t)$ - funkcija gustine pojava u RADU
- $\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}$
- $F(t) + P(t) = 1$



Slika br. 5



WEIBULLOVA RASPODJELA

- Funkcija gustine pojava stanja u OTKAZU

$$f(t) = \frac{1.6}{15} \left(\frac{t}{15}\right)^{1.6-1} \exp \left[-\left(\frac{t}{15}\right)^{1.6}\right]$$

- Kumulativna gustina pojava u RADU

$$P(t) = 1 - F(t) = \exp \left[-\left(\frac{t}{15}\right)^{1.6}\right]$$

- Intenzitet OTKAZA

$$\lambda(t) = \frac{1.6}{15} \left(\frac{t}{15}\right)^{1.6-1}$$

Slika br 4

2. ZAKLJUČAK

Posmatrajući krivulju $\lambda_{(t)}$ funkcije intenziteta otkaza za posmatrani period može se konstatovati da se problemu preventivnog održavanja vozila ne poklanja dovoljna pažnja.

Radi toga, potrebno je u sistemu održavanja vozila za potrebe pruga i postrojenja izgraditi informacijski sistem koji bi obezbedjivao daleko bolju sliku stanja vozila u RADU i OTKAZU.

Iznijeti metodološki pristup istraživanja efektivnosti sistema vozila za održavanje pruga i postrojenja može se iskoristiti za istraživanje i drugih problema vezanih i za ostale vrste mehanizacije koja se koristi za gradjenje željezničkih pruga i objekata koje treba graditi za potrebe željeznice.

3. LITERATURA

1. Todorović J., Zelenović D.: Efektivnost sistema u mašinstvu, Fakultet tehničkih nauka - Katedra za industrijske sisteme, Novi Sad, i Beograd, 1978.
2. Stanivuković D., Ivanović G.: Efektivnost tehničkih sistema, zbirka zadataka, Fakultet tehničkih nauka - Katedra za industrijske sisteme, Novi Sad i Beograd, 1978.
3. Zelenović D.: Proizvodni sistemi, Naučna knjiga, Beograd, 1973.
4. Rejec E.: Terotehnologija, Suvremena organizacija održavanja sredstava, Informator, Zagreb, 1974.



RADNIČKO SAMOUPRAVLJANJE

Branko Horvat

Ovaj rad predstavlja pokušaj generalizacije tridesetogodišnjeg jugoslovenskog iskustva u radničkom samoupravljanju.

Organizaciono-politički cilj socijalističkog poduzeća jeste maksimiranje demokratičnosti u donošenju odluka uz maksimalnu efikasnost u njihovom izvršavanju. Da bi se taj cilj ostvario, autor postulira šest organizacionih principa:

a) Principi organizacije

Industrijska demokracija je, kao, uostalom, i svaka druga demokracija, politički pojam. Poduzeće kojim upravljaju radnici nije samo privredna organizacija već isto tako i politička, što ima dvostruke implikacije. Prvo, potpuno i izravno samoupravljanje moguće je samo na razini poduzeća, pa stoga svako proučavanje samoupravljanja valja započeti ispitivanjem radničkog samoupravljanja. Osim toga, ono što se dešava u poduzeću od fundamentalnog je značaja za društvene odnose u cjelini.

Organizacijsko-politički cilj socijalističkog poduzeća je maksimiranje demokratičnosti u odlučivanju uz istovremeno efikasno sprovođenje odluka. Tradicionalna teorija organizacije smatra da je ovaj dvostruki cilj inherentno kontradiktoran. Jednako tako se smatra kontradiktornim vezivanje tržišta s planiranjem. Teorija organizacije u socijalizmu tretira ova dva cilja kao komplementarna, što nam valja pokazati.

Postizanje najvišeg stupnja demokracije možemo definirati kao situaciju u kojoj se mišljenje svakog pojedinca u radnoj zajednici mjeri isključivo objektivnim značajem tog mišljenja za konkretnu odluku. Tako doneta odluka bila bi lišena subjektivnih motiva i interesa bilo kojeg člana. Istovremeno ta bi odluka bila maksimalno efikasna. Najviši stupanj demokracije podrazumijeva najviši stupanj efikasnosti.

Koliko god se ovo rješenje na prvi pogled čini privlačnim, ono, zapravo, i nije nikakvo rješenje. To je prazna tautologija, kao što je to, na primjer, neoklasična teorija vrijednosti. Demokracija se jednostavno definira na način da implicira efikasnost. Medjutim, ne ukazuje se kako ih postići i kako ih učiniti kompatibilnima. One su "nasil-

no" spojene definicijom. Moramo, dakle, tražiti pristupom koji bi pružio više smisla.

U stvarnosti postoje dva osnovna problema koje valja riješiti. Prvo, tko vrednuje objektivnu valjanost prijedloga? Drugo, koja je objektivna valjanost vrijednosnog suda? Odgovor je: demokracija mora biti determinirana načinom odlučivanja a ne kvalitetom odluke. Sad nestaje tautološke istovjetnosti, pa možemo postulirati slijedećih šest organizacionih principa samoupravnog poduzeća.

1. Apsolutni maksimum demokratičnosti moguće je postići u slučaju kad se radna zajednica sastoji od samo jednog člana. Kad se taj broj proširuje, odlučivanje nužno nailazi na ograničenja a njegova tehnička složenost se povećava. Osim toga, pojavljuje se izrazita mogućnost djelovanja grupa i klika, što ima za posljedicu manipuliranje grupnog mišljenja. Čak ako do toga i ne dodje, moguća je pojava različitih interesa dviju podgrupa. Većina tad može tiranizirati manjinu, ne poštovati ili pogaziti legitimne interese manjine. Zbog svih tih razloga, osnovne radne grupe moraju biti dovoljno male i homogene da omogućе neposredno interakcije, neformalne komunikacije i direktno kontakte članova. U takvim primarnim društvenim grupama

a) učestvovanje u odlučivanju biti će izravno,

b) sam proces kao i donete odluke biti će transparentne,

c) zbog homogenosti grupe nije vjerovatno da će doći do neopravdanog i stalnog nametanja volje većine,

d) zbog a-c ograničene su mogućnosti manipuliranja mišljenjem.

Sada možemo izvesti prvi princip organizacije: osnovna organizaciona jedinica nije poduzeće već radna grupa s gore navedenim karakteristikama. Nazvat ćemo je radnom jedinicom. Radna jedinica nije samo grupa radnika

već je i utvrđeni podsistem u proizvodnom sistemu kojeg nazivamo poduzećem. U tom svojstvu, kao najmanje funkcionalna jedinica, smatramo je ekonomskom jedinicom. Radnu jedinicu možemo dalje podijeliti na radne timove koji imaju radne i druge zadatke.¹⁾ Radne jedinice se objedinjuju u radnu zajednicu, a ekonomske jedinice u poduzeće.

2. Kad god odluke radne jedinice bitno tangiraju interese drugih radnih jedinica, pravo odlučivanja mora se delegirati slijedećoj višoj jedinici. To je razlog osnivanja Radničkog savjeta kao tijela koje donosi odluke na narednoj razini.

Efikasno upravljanje podrazumijeva a) ispravne odluke i b) efikasno izvršenje. Principi organizacije koji slijede imaju za cilj zadovoljenje ta dva uvjeta.

3. Pojedinci i organi koji donose odluka moraju biti odgovorni za donete odluke. Drugim riječima, svakom pravu odgovara i određena sankcija.

4. Izvršenje odluka - izvršni poslovi i administracija - stvar je profesionalne kompetentnosti a ne demokratičnosti.

5. Princip 4. podrazumijeva razdvajanje dvije različite sfere aktivnosti: interesnu i profesionalnu sferu. Prva se sastoji od odluka u vezi politike poduzeća, druga od profesionalnog rada i administrativne rutine. Odluke u vezi politike ozakonjene su političkim autoritetom, izvršni i administrativni posao profesionalnim autoritetom, tj. autoritetom stručnosti.

Prvi predstavljaju sudove vrijednosti a drugi tehničko izvršenje. U sferi interesa primjenjuje se pravilo: jedan čovjek jedan glas: u profesionalnoj sferi glas se mjeri stručnom osposobljenošću.

6. Kako se političke i tehničke odluke ne mogu jasno razdvojiti - kao što ni radne jedinice ne mogu postići savršenu homogenost, niti čitava radna zajednica može biti dovoljno malih razmjera - uvijek postoji mogućnost da pojedinci ili grupe zloupotrebe vlast. Zbog toga u sistem valja ugraditi posebne mjere zaštite, tj. institucionalizirati kontrolu i rješavanje sukoba kao institucionalizaciju odbrane pojedinačnih interesa od bezobzirnosti grupe i odbranu zajedničkih interesa od neadekvatnog ponašanja pojedinaca. Prekršaje koje treba prosudjivati čine izvršioци, koordinatori rada i "zakonodavci".

1) Važno je napomenuti da radni timovi, ili kako se ponekad nazivaju samostalne radne grupe, imaju strogo određene funkcije. Oni moraju biti ograničeni samo na one funkcije koje ne može obavljati nijedno drugo tijelo u radnoj organizaciji", navode Veljko Rus i Mitja Kamušič, na osnovu eksperimenata u jednoj slovenskoj tvornici. "Imamo na umu samo-organizaciju i samo-kontrolu grupnog rada koji predstavlja uvjet za ukidanje hijerarhijske organizacije i kontrole niže i srednje rukovodne strukture... Samostalna radna grupa ne bi trebala odlučivati o zapošljavanju i otpušta-

nju s posla, kao ni o unapređivanju i obrazovanju svojih članova, jer bi u tom slučaju bilo jedno-funkcionalne i pristrasne a ne više-funkcionalne i potpune". ("Samostalne radne grupe u sistemu samoupravljanja", umnoženi materijal, Konferencija o participaciji radnika u tvornici, Dubrovnik, februar 1976., str. 36.)

b) Organizaciona shema

Ukoliko se primjene šest principa iz odeljka b), organizacije samoupravnog poduzeća izgledati će kao na shemi 1. Odmah je jasno da je shema tek razrada modela koji nalikuje pješčanom satu. Gornji dio pripada sferi politike, a donji dio sferi tehničkog izvršavanja. Pošto se bavimo političkim sistemom možemo također pozvati u pomoć tradicionalnu političku teoriju i govoriti o razdvajanju vlasti. Legislativna vlast nalazi se u gornjem dijelu sheme a izvršna na donjem. Osim toga, a u skladu s organizacionim principom 6., postoji također i područje zaštite zakonitosti, smješteno u sredini lijeve strane sheme.

U principu sve odluke treba donositi na najnižem mogućem nivou. One će se donositi na višem nivou od radne jedinice samo kad tangiraju interese drugih radnih jedinica. Većina odluka koje utječu na svakodnevni život radnika uglavnom se mogu donijeti u radnoj jedinici. To su odluke u vezi radnih zadataka, uvjeta rada, društvene prioritetsnosti, raspodjela viška, zapošljavanja i otpuštanja, rješavanja sukoba i sl. Empirijsko istraživanje pokazuje da radnici inzistiraju da upravo te probleme rješavaju svojim izravnim učestvovanjem u odlučivanju.²⁾ Druge odluke u vezi politike mogu se delegirati na centralni zakonodavni organ, na Radnički savjet. Medjutim, postoji određena vrsta odluka od vitalnog značaja koje ne donose ni Radnički savjet, ni pojedine radne jedinice, već čitava radna zajednica na zboru ili referendumu. To su odluke o spajanju, radikalnoj reorganizaciji, velikim investicijama, donošenju statuta i pravilnika i sl. U takvim slučajevima može se tražiti većina glasova svake radne jedinice u sastavu poduzeća.

Kad se novi radnik zapošljava u poduzeće, on potpisuje "društveni ugovor" i na taj način udružuje svoj rad s ostalim dijelom radne zajednice u skladu s postojećim statutom i pravilnicima.

2) V. Rus, "Novi model samoupravljanja i njegova relevantna društvena okolina", u J. Obradović, V. Rus, J. Županov, Proizvodne organizacije i samoupravljanje, Sveučilište, Zagreb, 1975., str. 46.

Veličina radnih zajednica varira između 10 i 200 radnika, ovisno o veličini poduzeća i složenosti proizvodnog procesa. Radna jedinica odlučuje na zboru. Ona bira svog predsjednika radnih jedinica koji predstavljaju "interese pojedinih dijelova", Radnički savjet se sastoji još od predsjednika komisija koji predstavljaju "interese pojedinih funkcija". Ovi potonji se biraju općim glasanjem. Kako je svaki član Radničkog savjeta pojedinačno odgovoran za određeni broj aktivnosti (bilo političkih bilo stručnih) na taj način se zadovoljava Princip 3.

Iako komisije Radničkog savjeta imaju samo savjetodavno svojstvo, one ipak imaju vitalnu ulogu u samoupravnom procesu. One predstavljaju most između profesionalnih rukovodilaca i ostalih članova radne zajednice. One objedinjuju stručno znanje i političke motive. One omogućuju da praktično svi budu uključeni u samoupravljanje, bar u fazi pripremanja odluka. Tako se ne dolazi samo do stručnog znanja već i do dragocjenog društvenog iskustva što unapređuje razumijevanje i komunikacije i doprinosi smanjivanju nasljedjenih društvenih barijera. Nekvalificirani radnik koji je nekoliko godina član Komisije za raspodjelu dohotka može postati stručnjak na tom području., sasvim praktičnom smislu. On će poznavati sve razloge zbog kojih su razlike u platnim stavovima utvrđene na način iz Pravilnika, koje su odluke poboljšale efikasnost, a koje nisu, što je društveno prihvatljivo, a što nije, itd. Kvalificirani mehaničar, izabran za člana Investicione komisije može se pokazati vrijednim izvorom praktičnih informacija za planere investicija. Takvi ljudi postaju riznica akumuliranog znanja o radu poduzeća. Ukoliko se dogodi da komisija ne posjeduje dovoljnu stručnost u vezi s nekim posebnim pitanjem, može se angažirati neko poduzeće izvana u konzultativnom svojstvu. Dok se organi koji donose odluke biraju, a članovi rotiraju obično svake druge godine, članovi komisija biraju se na osnovu vlastitih sklonosti, njihov mandat ne mora biti ograničen, a u stručnijim komisijama članovi ne podliježu izboru. Postoji čitav niz aktivnosti u koje se pojedinac može uključiti i specijalizirati se za neki posebni aspekt upravljanja poduzećem. To ne samo da doprinosi efikasnosti već zadovoljava i potrebu za aktivnim ličnim učestvovanjem.

Radnički savjet donosi odluke na osnovu preporuka svojih komisija i odbora. Najvažniji odbor je Izvršni odbor koji zamjenjuje prijašnji Upravni odbor. Generalnog direktora - kojeg bi možda bilo bolje zvati glavnim koordinatorom rada, i koji je predsjednik Izvršnog odbora - imenuje Radnički savjet. Predsjednik Radničkog savjeta po funkciji je član Izvršnog odbora. Ostali članovi Odbora su šefovi odjela i tajnik poduzeća.

Njih imenuje Radnički savjet po preporuci direktora. Radne jedinice imenuju direktore svojih ekonomskih jedinica u skladu s

dogovorom sa generalnim direktorom. Činjenica što će koordinativna struktura biti maksimalno prihvatljiva i za radnike i za generalnog direktora svakako poboljšava efikasnost. Ovdje je zanimljivo primijetiti da će "federalne" jedinice biti dvostruko zastupljene u koordinativnoj strukturi poduzeća: predsjednici su članovi Radničkog savjeta, a direktori Poslovnog odbora. Predsjednik je političar, specijalista za dobre radne odnose, direktor (koordinator rada) je stručnjak, specijalista za radne zadatke. Ukoliko oba uživaju povjerenje radnika (a kao lični su kompatibilni), vjerovatno je da će radna jedinica biti politički demokratska, a ekonomski efikasna.

Generalni direktor imenuje se na razdoblje od obično četiri godine. Njegov izbor uvjetovan je prezentiranjem zadovoljavajućeg razvojnog programa. Kada se program u potpunosti razradi i prihvati od strane radne zajednice, on postaje neka vrsta internog zakona, kojeg moraju primjenjivati Radnički savjet, direktor i njegovo osoblje. To znači da Radnički savjet mora pružiti punu političku podršku (ili započeti postupak za mijenjanje programa), a Izvršni odbor snosi punu odgovornost za ostvarenje tog programa (Princip 3). Ukoliko Izvršni odbor ili Radnički savjet uskrate svoju podršku, generalni direktor može podnesti ostavku ili iznijeti spor pred Zbor radnih ljudi, tj. pred čitavu radnu zajednicu i njene radne jedinice (pošto je pravo odlučivanja samo delegirano Radničkom savjetu). Generalni direktor je također odgovoran za zakonitost cjelokupne aktivnosti poduzeća i zbog toga mora uložiti veto na odluke Radničkog savjeta koje su u suprotnosti sa zakonom. S druge strane, na početku svake poslovne godine vodi se rasprava o poslovnim rezultatima postignutim u prethodnoj godini kao i o planu za narednu godinu; rasprava se završava glasanjem o povjerenju Izvršnom odboru. Ukoliko članovi Radničkog savjeta zaključe da slabi poslovni rezultati ne opravdavaju daljnje povjerenje upravi, morati će se promijeniti Poslovni odbor, a generalni direktor može dati ostavku premda mu nije istekao mandat.

U svakoj ljudskoj zajednici dolazi do sukoba, a neki pojedinci mogu zloupotrijebiti svoje pravo ili ne mogu udovoljiti svojim odgovornostima. Stoga svaki sistem upravljanja, uključujući i samoupravljanje, mora zadovoljavati dvjema osnovnim funkcijama (osim zakonodavne i administrativne): funkciju donošenja sankcija i funkciju kontrole.

Postoje dva tipa sukoba između pojedinaca i kolektiva: a) pojedinac može biti oštećen akcijom kolektiva (ili odlukom donesenom u ime kolektiva) b) interesi kolektiva mogu biti narušeni neodgovornim ponašanjem pojedinca. Kako su to dvije različite vrste sukoba, uputno je oformiti dva različita organa: Komisiju za žalbe koja bi se bavila sporovima navedenim pod a) i Komisiju za odgovornost na radu koja bi se bavila sporovima

navedenim pod b). Kako Komisija za žalbe mora uživati puno povjerenje svih pojedinaca, njene članove biraju svi članovi radne zajednice. Članove ove druge Komisije bira Radnički savjet jer je potrebno da uživaju povjerenje zakonodavca. Obje komisije su potpuno samostalne u svom radu. Svaki član radne zajednice može pokrenuti neko pitanje pred ovim komisijama. Valja primijetiti da Komisija za odgovornost na radu zamjenjuje prijašnju Disciplinsku komisiju. Međutim, u ovako postavljenoj strukturi aktiviranje Komisije za rješavanje pojedinih slučajeva kršenja discipline ne vrše samo rukovodioci. I sami "rukovodioci" mogu također biti predmet rada Komisije. S druge strane, oni imaju pravo koristiti se Komisijom za rješavanje žalbi, ukoliko se smatraju oštećenima.

Ove dvije komisije djeluju na isti način kao i sudovi: one primjenjuju pravila zacrtana Statutom i koriste presedane, stvarajući na taj način neku vrstu običajnog prava. One ne mogu mijenjati pravila ili inzistirati na svojim preferencijama. Kako su pravila uvijek rigidna, bez obzira koliko inače savršena bila, ponekad ih je potrebno modificirati ili im dati nova tumačenja. Stoga može biti uputno povjeriti Radničkom savjetu ulogu apelacionog suda. Ukoliko se sam Radnički savjet nadje u ulozi optuženog, tada Komisija odlučuje u posljednjoj instanci na nivou poduzeća. Ipak, i tada je moguće uložiti žalbu, u tom slučaju vanjskom organu - javnom pravobraniocu samoupravljanja.

Predsjednici ovih dviju komisija su po funkciji članovi Nadzornog odbora. Taj odbor je organ radničke kontrole i nadzire djelovanje uprave. Kako su sukobi očiti dokaz slabog upravljanja, može biti korisno ustanoviti vezu između Komisije i Nadzornog odbora, kako je to već navedeno. Predsjednik Nadzornog odbora, a po mogućnosti i ostali članovi, biraju se ili općim glasanjem ili ih bira Radnički savjet. Nadzorni odbor izradjuje preporuke i izvještaje za Radnički savjet, ali je, inače, samostalan. Kako bi uprava mogla raditi efikasno i pravovremeno reagirati na izmijenjene poslovne uvjete, ona mora raspolagati određenim diskrecionim pravima. Međutim, ta prava, kao i sva druga prava, lako se mogu zloupotrebiti. Stoga je potrebna institucionalizirana kontrola, a to je upravo zadatak Nadzornog odbora. Odbor ima pristupa svim dokumentima i može pomno ispitati svaku odluku uprave. Najmanje jednom godišnje Odbor poziva vanjske stručnjake koji će izvršiti reviziju poslovnih rezultata za gore spomenutu raspravu o poslovanju poduzeća. No, Odbor nije samo instrument kontrole i neugodni kritičar uprave već može biti moćan instrument podrške energičnoj i poduzetnoj upravi. Aktivna uprava će vjerovatno stvoriti otpor među inernim članovima zajednice. Kako bi racionalizirali svoje nezadovoljstvo, oni mogu početi širiti glasine stav-

ljajući u pitanje adekvatnost, legalnost i sl. određenih akcija uprave. Jedini efikasan način suzbijanja glasina je iznijeti ih javno i konfrontirati ih sa činjenicama. Glasine se mogu suzbijati - ili se, pak, mogu otkriti skrivene zloupotrebe i na drugi način. Svaku informaciju upućenu Nadzornom odboru valja smatrati povjerljivom i ne smije ju se objelodaniti dok se, i ukoliko se, ne ustanovi da je istinita. S druge strane, Odbor može zatražiti informacije i zahtjevati uvid u dokumente bilo kojeg odjela ili organa u poduzeću. Tako, ukoliko postoji indikacija da je došlo do nepravilnosti, no to nije izvjesno, može se obavjestiti Nadzorni odbor. Ako se pretpostavke pokažu točnima, spriječiti će se šteta. Ukoliko se, pak, pokažu netočnima, reputacija poštenog čovjeka ostat će neukaljana i izbjeći će se nepotrebni sukobi. Značaj agilnog Nadzornog odbora za održavanje dobrih međuljudskih odnosa od velike je važnosti za poduzeće. Takav će Odbor doprinijeti smanjivanju sukoba.

Sukob ne mora nastati samo u situacijama kada dolazi do kršenja pravila ili nepoštivanja legitimnih interesa, već i onda kad se stranke razilaze u tumačenju pravila. Može, naime doći do situacije za koju uopće ne postoje pravila i neto tad mora odlučiti što je ispravno, odnosno korektno. To je upravo uloga Odbora za zaštitu zakonitosti,³⁾ koji predstavlja kombinaciju Ustavnog suda i Arbitražnog odbora. Svaki radnik može osporavati legalnost bilo koje odluke bez obzira je li njome lično tangiran ili nije. Svaki organ može osporavati legalnost nekog čina bilo kojeg drugog organa. Ili, prije donošenja neke važne odluke, može se pokazati potreba za kompetentnim tumačenjem pravila. Takve slučajeve razmatra Odbor za zaštitu zakonitosti, a njegove odluke obavezuju. Ovaj Odbor također nadgleda izbore.

Kako uspješna kontrola zahtjeva dobro poznavanje organizacije poduzeća i iskustvo upravljanja, moglo bi biti korisno primjenjivati pravilo da članovi nadzornih organa steknu prethodno iskustvo u komisijama koje imaju savjetodavni karakter, kao i iskustvo u Radničkom savjetu. Općenito uzevši, svi članovi koji se biraju u samoupravne organe zadržavaju svoj redovni posao. Izuzetak od ovog može jedino biti predsjednik Radničkog savjeta jer u nešto većim poduzećima opseg njegovih odgovornosti može zahtjevati angažman punog radnog vremena.

Predložena organizacija nije kopija nekog konkretnog preduzeća premda nosi mnogo

3) Ovaj naziv posudjujem iz Statuta Scott Bader Commonwealth, ali ga primenjujem na tijelo koje ima drugačiju funkciju. Usp. F.H. Blum, Work and Community, Routledge and Kegan, London, 1968, str. 156.

sličnosti sa sadašnjom organizacijom jugoslovenskih samoupravnih poduzeća. Ova organizaciona shema zasnovana je prvenstveno na svojim neposrednim iskustvima koja sam sticao kroz nekih petnaest godina kao član Radničkog savjeta, zatim mnogih komisija i odbora, mog iskustva kao generalnog direktora i člana nadzornog organa. Shema se odnosi na poduzeće srednje veličine. U malom poduzeću upravna struktura će biti pojednostavljena; u većem poduzeću može postojati nekoliko slojeva uprave - radnički savjeti na nivou pogona, poduzeća, složene radne organizacije. Važno je primijetiti da se ista organizaciona shema primjenjuje, mutatis mutandis, na bilo koju drugu radnu organizaciju. Nema razloga zbog kojih bi samo poslovna poduzeća uživala privilegiju samo upravljanja. U socijalističkom društvu, kad god pojedinci udruže svoj rad u cilju zaradjivanja za život, oni oformljuju radnu organizaciju zasnovanu na samoupravljanju. Hijerarhija je zamjenjena suradnjom, a tri - ili bolje rečeno četiri upravljačke funkcije su na adekvatan način institucionalizirane. Postoji jedan značajan problem u vezi predložene sheme kojeg valja spomenuti. Naime, neke radne organizacije mogu biti od posebnog društvenog interesa, što znači da njihovo djelovanje ima značajnog utjecaja na druge segmente društva. Shodno tome, potpuna samostalnost takvih organizacija ne mora biti poželjna. U takvim slučajevima shema može obuhvatiti i Starateljski savjet. Članovi Savjeta biti će predstavnici radne zajednice kao i predstavnici odgovarajućih posebnih društvenih djelatnosti.

Radničko samoupravljanje može ispravno funkcionirati jedino ako je potpuno javno. Zbog toga je od vitalne važnosti brzo i adekvatno informiranje o svim pitanjima. Odluke svih organa moraju biti tiskane u biltenu poduzeća, a zapisnici sa svih sastanaka dostupni svakom članu kolektiva.

Organizacija koja predviđa participaciju tehnički je nešto kompliciranija od tradicionalne hijerarhijski postavljene organizacije i ne može se ostvariti "preko noći". Ona zahtjeva razdoblje učenja. U međuvremenu valja prevazići razne poteškoće o kojima se govori u narednom poglavlju. Na prvi se pogled čini da takva organizacija zahtjeva mnogo duže vremensko razdoblje. I zaista, naivan i neiskusni pristup samoupravljanju može dovesti do velikog smanjenja efikasnosti ukoliko sastanci zamjene proizvodni rad. Ipak, u sistemu koji normalno funkcionira vjerovatno će doći do značajnog sveukupnog napretka. Sistem hijerarhije samo naizgled djeluje brzo. Istina je da se nalozi mogu izdavati brzo, a tada se moraju izvršavati. No, takvi postupci dovode do neželjenih popratnih efekata, pa se velik dio narednih aktivnosti bespotrebno troši na savladivanje tih popratnih efekata. 4)

4) "Jedan od velikih problema u SAD jest taj što se mnoge odluke donose jedino u cilju pre-

vazilaženja neplaniranih posljedica ranijih odluka.../. U većini slučajeva, neplanirane posljedice pogadjaju pojedince ili grupe koje nisu bile konzultirane prije donošenja odluka. Najbolji način otkrivanja što je moguće više takvih problema jest uključivanje u proces donošenja odluka onih koji će najvjerovatnije biti njima tangirani. Iako bi to usporilo proces, to bi istovremeno dovelo do efikasnijih odluka koje bi zbog unaprednog otkrivanja skrivenih posljedica postale troškovno efikasne upravo kroz izbjegavanje troškova". F.C. Thayuer, An End to Hierarchy! An End to Competition! Watts, New York, 1975, str. 39.

Participacija zahtjeva posebnu pripremnu fazu u kojoj su sve zainteresirane strane informisane o namjeranim akcijama i u kojoj se traže njihovi stavovi po tim pitanjima. Kad se jednom postigne dogovor, odluka se primjenjuje bez otpora, a željeni rezultati postižu se brže.

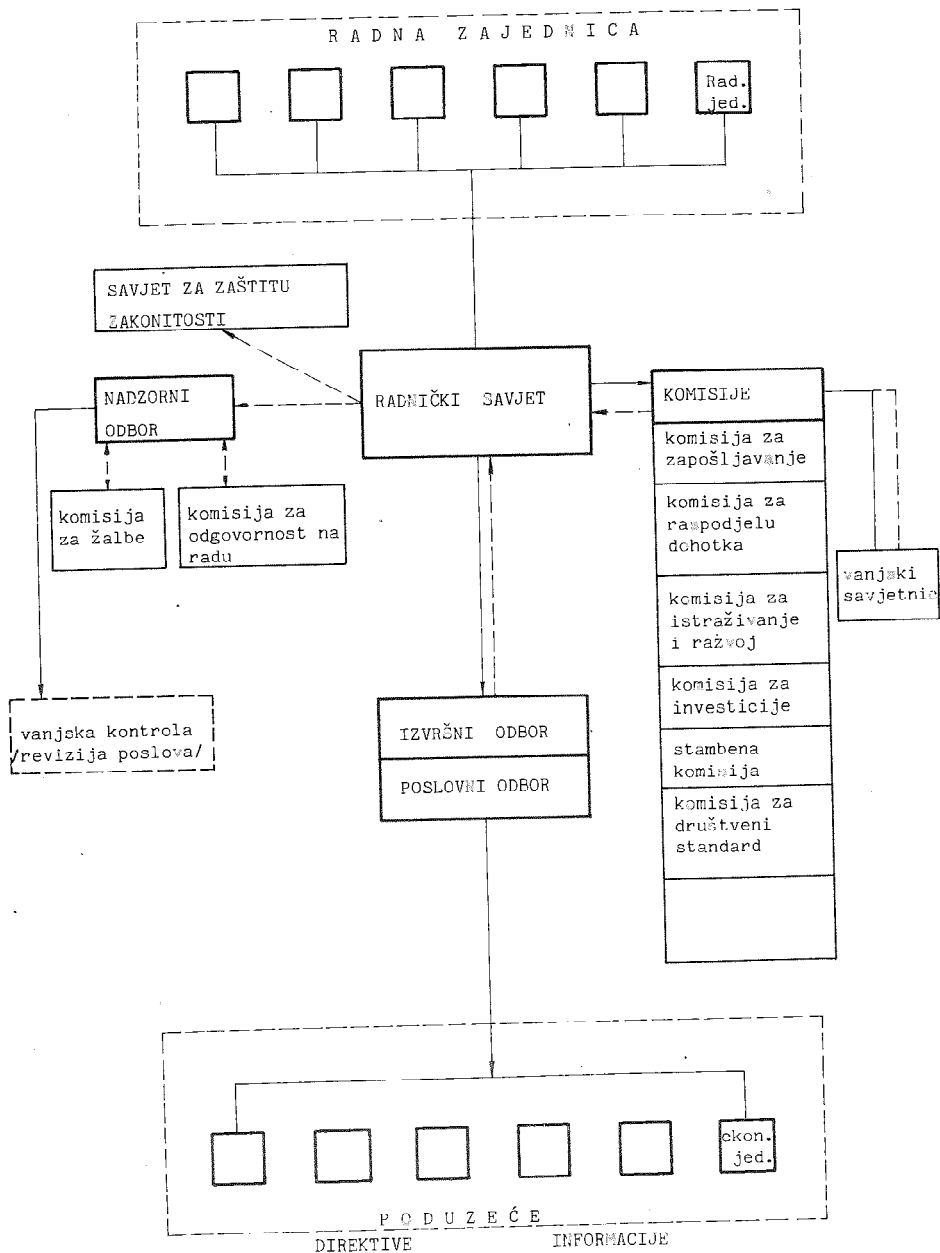
Ponekad se izražava sumnja u primjenljivost samoupravljanja u određenim proizvodnim organizacijama. Naša razmatranja organizacione sheme pokazuju da je ona univerzalno primjenljiva. To se, međutim, ne može reći za hijerarhijski postavljenu organizaciju. Fakulteti i istraživački instituti očiti su primjeri toga. No, čak se i poduzeća koja koriste najmoderniju tehnologiju ne mogu voditi na tradicionalni način. Ako se rutinska proizvodnja zamjeni pojedinačnim projektima, što će vjerovatno postati sve izraženija karakteristika tehnotroničnog doba - organizacija postaje višedimenzionalna i jednodimenzionalna linija vlasti postaje jednostavno neprimjenljiva. Svaki projekat zahtjeva angažman različitih odjela i zahtjeva objedinjavanje usluga raznog opblja. Svakako nije pretjerivanje kad William Halal, američki profesor upravljanja kaže da će razvitkom post-industrijskog društva doslovce nestati većina oblika fizičkog rada i umjesto toga će doći do koncentracije industrije "informacija". Do kraja ovog stoljeća dominantna područja zapošljavanja biti će istraživanje, računarska tehnika i informatika, usluge, komunikacije, obrazovanje i sl. Karakteristike tih tehnologija dramatično se razlikuju od onih koje su primjerene sadašnjim organizacionim oblicima. Zadaci "informaciono-komunikacijskih tehnologija u toj su mjeri jedinstveni da su programirane rutine često neadekvatne. Interakcija različitih aspekata problema otežava izdvajanje na specijalizirane poslove, a nesigurnost koja proizilazi iz tako privremeno nedovoljno shvaćenih procesa dovodi do toga da je predviđanje rezultata daleko teže nego kod procesa u kojima se stalno izvršavaju slični zadaci. 5)

5) "The Post Industrial Organizations", The Bureaucrat, 1974, str. 285-300, str. 290.

Shodno tome tradicionalna birokratska organizacija će se morati zamjeniti nečim što će biti tehnološki adekvatnije.

Ovdje ponovno dolazimo do poznatog zaključka: suvremena tehnologija zahtjeva suvremenu organizaciju. Samoupravljanje tako

kompatibilno s razvojnim trendovima u tehnologiji. Suštinska participacija je, zapravo, neophodna za normalno funkcioniranje post-industrijskog društva.



POVEĆANJE VREMENSKOG ISKORIŠĆENJA PROIZVODNOG SISTEMA
KORIŠĆENJEM ZASTOJA ZA IZVODJENJE RADOVA ODRŽAVANJA

Slobodan Ivković

Rudarski odsek Rudarsko-geološkog fakulteta
Univerziteta u Beogradu, Jugoslavija

U radu su izvedene relacije na osnovu kojih se mogu kvantitativno da utvrde mogućnosti za smanjenje vremena planiranih zastoja zbog održavanja mašina u sistemu rotorni bager - tračni transporteri - odlagač na površinskim otkopima uglja. Ovo smanjenje se može postići tako što se za radove održavanja koristi deo vremena različitih zastoja koje, prema statističkim podacima, ima posmatrani sistem mašina u toku eksploatacije.

1. UVOD

Proizvodni sistem mašina rotorni bager-tračni transporteri-odlagač (BTO), namenjen otkopavanju i transportu jalovine na površinskim otkopima uglja ima nedovoljno vremensko iskorišćenje. Osim eksploatacionih i organizacionih razloga, tome najviše doprinose kvarovi na mašinama i veliko vreme koje se troši za održavanje mašina. Vreme koje se troši za održavanje mašina odnosno intenzitet održavanja koji se za to vreme postiže, neosporno utiču na veličinu eksploatacije pouzdanosti. U postojećoj praksi vreme za planirano održavanje na različitim otkopima se znatno razlikuje, ali je svuda veliko. U ovom radu se razmatraju mogućnosti za povećanje vremena iskorišćenja sistema BTO korišćenjem vremena različitih zastoja za izvodjenje radova održavanja na mašinama sistema.

2. FUNKCIJA RASPODELE RASPOLOŽIVIH VREMENA

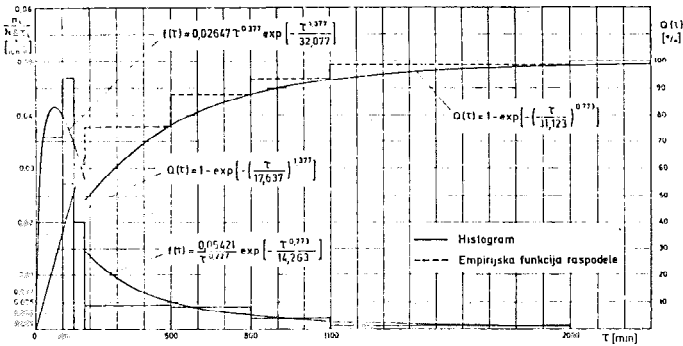
U periodu od 6 meseci je praćen rad monosistema: bager SRs 1200x24/4+VR; pet tračnih transportera čije su dužine 772 m, 765 m, 703 m, 662 m, i 500 m; odlagač jalovine A₂Rs-B 3500x60+BRs; na otkopnom polju "D" u REIK "Kolubara". U posmatranom periodu je bilo 2430 zastoja različite vrste. Iako su svi ovi zastoji u načelu iskoristivi za radove održavanja, sa praktičnog stanovišta dolaze u obzir samo zastoji veće dužine. Pri nastanku svakog zastoja potrebno je da se utvrdi koji radovi održavanja mogu da se vrše za vreme tog zastoja, s obzirom na karakter zastoja i prognoziranu dužinu zastoja (raspoloživo

vreme). Kao vreme raspoloživo za radove održavanja se može usvojiti gama-procentna verovatnoća trajanja zastoja određene vrste, pri čemu u istu vrstu spadaju statistički jednorodni događaji. Napr. ako je zastoj sistema BTO nastao usled loma papuče gusenice bagera, vreme raspoloživo za radove održavanja je utvrđeno na osnovu 9 podataka o trajanju te vrste kvara (290; 285; 185; 440; 260; 175; 375; 240 i 180 minuta). Primenom medijalnog rangiranja je dobijeno da je raspoloživo vreme 176 minuta, sa verovatnoćom od 90% /1/.

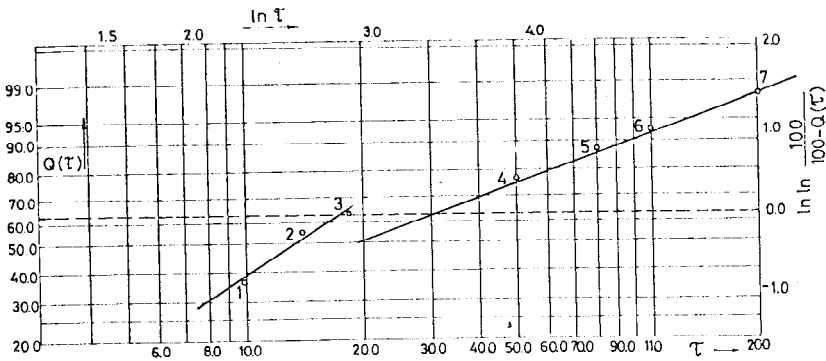
Odbacivanjem kraćih raspoloživih vremena, koja nemaju značaja sa praktičnog stanovišta, dobijena su 123 raspoloživa vremena. Na slici 1. je dat histogram i empirijska funkcija raspodele tih raspoloživih vremena. Na osnovu oblika histograma je pretpostavljena Vejbulova raspodela, što je provereno primenom papira verovatnoće (slika 2).

Kroz tačke 1, 2 i 3, metodom najmanjih kvadrata je povučena jedna prava, a kroz 4, 5, 6, i 7 druga (slika 2). Jednačine dobijenih pravih su:

$$\ln \ln \frac{1}{1 - Q(\tau)} =$$
$$= 1,37726545 \ln \tau - 3,952719585 \quad (1)$$



Slika 1. Histogram raspoloživih vremena i empirijska funkcija raspodele



Slika 2. Testiranje hipoteze o Wejbulovoj raspodeli raspoloživih vremena nastoja

za područje raspoloživih vremena do 180 minuta, a za područje iznad 180 minuta,

$$\ln \ln \frac{1}{1 - Q(\tau)} = 0,77304862 \ln \tau - 2,657693465 \quad (2)$$

gde je τ raspoloživo vreme (jedinica 10 minuta). Funkcija raspodele raspoloživih vremena ima oblik

$$Q(\tau) = \begin{cases} 1 - e^{-\left(\frac{\tau}{17,637}\right)^{1,377}}; & 0 < \tau < 18 \\ 1 - e^{-\left(\frac{\tau}{31,123}\right)^{0,773}} & \text{za } \tau > 18 \end{cases} \quad (3)$$

Primenom Pirsonovog testa za proveru pretpostavke o Wejbulovoj raspodeli, dobija se $\chi^2 = 3,379$, što odgovara verovatnoći od 0,4971 da je hipoteza tačna /2/.

3. ODREĐJIVANJE MOGUĆNOSTI ZA KORIŠĆENJE RASPOLOŽIVIH VREMENA

Servisno održavanje sistema BTO se izvodi svakih 7 do 15 dana u planiranom trajanju od 8 do 16 časova (različito na pojedinim rudnicima). Usvaja se donja granica tolerancije periodičnosti početka servisnog održavanja od -20% u odnosu na nominalnu periodičnost /3/. Posmatrana je realizacija početka 56 uzastopnih servisa na polju "D" u "Kolubari" /1/. Primenom medijalnog rangiranja sa usvojenom verovatnoćom od 0,7 utvrđeno je da je gornja granica periodičnosti izvodjenja servisnog održavanja +12 dana u odnosu na nominalni tj. predviđeni razmak početka uzastopnih servisa (10 dana).

Ako se izuzme početni period rada sistema BTO, stanje zastoja se može uzeti kao stacionarno /4/, što važi i za raspoloživo vreme. Prosečan broj raspoloživih vremena čija se dužina trajanja nalazi u proizvoljnom intervalu (τ_k, τ_{ke}), iznosi

$$y = \theta t \int_{\tau_k}^{\tau_{ke}} f(\tau) d\tau \quad (4)$$

gde je: t - vreme rada sistema BTO u časovima; θ - prosečan broj raspoloživih vremena po času rada sistema i $f(\tau)$ - funkcija gustine raspodele raspoloživih vremena koja se dobija diferenciranjem jed. (1) po τ . Verovatnoća pojavljivanja odredjenog broja raspoloživih vremena (r_1) u toku jednočasovnog rada sistema, na osnovu Puasonove jednačine iznosi

$$p(r=r_1) = \frac{e^{-y} y^{r_1}}{r_1!} \quad r_1=0,1,2,3,\dots \quad (5)$$

Korišćenjem (4) i (5) dobija se verovatnoća da će se u toku rada sistema od t časova pojaviti r_1 raspoloživih vremena čija dužina (τ) ispunjava uslov $\tau_k < \tau < \tau_{ke}$:

$$p(r=r_1, \tau_k, \tau_{ke}) =$$

$$= \frac{\left[\theta t \int_{\tau_k}^{\tau_{ke}} f(\tau) d\tau \right]^{r_1} \exp \left[-\theta t \int_{\tau_k}^{\tau_{ke}} f(\tau) d\tau \right]}{r_1!} \quad (6)$$

Verovatnoća nastajanja raspoloživog vremena većeg od τ_k dobija se iz (6) za $\tau_{ke} \rightarrow \infty$, pošto se izvrši integracija i koristeći funkciju gustine raspodele koja se dobija diferenciranjem (3) po τ :

$$p(r=r_1, \tau_k) = \begin{cases} \frac{1}{r_1!} \left\{ \theta t \exp \left[-\left(\frac{\tau_k}{17,367} \right)^{1,377} \right] \right\}^{r_1} \exp \left\{ -\theta t \exp \left[-\left(\frac{\tau_k}{17,377} \right)^{1,377} \right] \right\} & \text{za } \tau_k \leq 18 \\ \frac{1}{r_1!} \left\{ \theta t \exp \left[-\left(\frac{\tau_k}{31,123} \right)^{0,773} \right] \right\}^{r_1} \exp \left\{ -\theta t \exp \left[-\left(\frac{\tau_k}{31,123} \right)^{0,773} \right] \right\} & \text{za } \tau_k > 18 \end{cases} \quad (7)$$

Za potpuni skup događaja važi

$$p(r=0) + p(r=1) + p(r=2) + \dots + p(r=r_1) = 1 \quad (8)$$

Iz (7) i (8) sledi poseban slučaj jednačine (7) tj. verovatnoća da će se u toku rada sistema od t časova pojaviti bar jedno raspoloživo koje ispunjava uslov $\tau > \tau_k$:

$$p(r=r_1, r_2, \dots; \tau_k) = \begin{cases} 1 - \exp \left\{ -\theta t \exp \left[-\left(\frac{\tau_k}{17,367} \right)^{1,367} \right] \right\} & \text{za } \tau_k \leq 18 \\ 1 - \exp \left\{ -\theta t \exp \left[-\left(\frac{\tau_k}{31,123} \right)^{0,773} \right] \right\} & \text{za } \tau_k > 18 \end{cases} \quad (9)$$

Jednačina (9) omogućuje da se utvrdi verovatnoća da će se u toku rada sistema od t časova (pri čemu se za t može uzeti tolerancija periodičnosti početaka uzastopnih servisa), pojaviti vreme raspoloživo za radove održavanja duže od T_k (pri čemu se T_k može uzeti kao vreme trajanja servisa). Radi ilustracije rezultata primene iznesene metodologije navodi se da je primenom relacije (9) na već pomenutih 56 realizacija uzastopnih servisa utvrđeno /1/, da su servisi, koji se u postojećoj praksi planiraju svakih 10 dana po 12 časova, potrebni u samo 21,78% slučajeva, dok je u ostalim slučajevima servis nepotreban, jer se svi radovi održavanja mogu izvesti u toku drugih zastoja, tj. u toku vremena raspoloživih za održavanje.

4. ZAKLJUČAK

U radu su izvedene relacije koje dovode u vezu proces nastajanja zastoja sistema DTO i vreme efektivnog rada. Ove jednačine omogućuju da se za utvrđenu toleranciju periodičnosti izvodjenja radova održavanja na servisu, kvantitativno utvrde mogućnosti za izvodjenje radova održavanja u vreme drugih zastoja sistema.

Primenom iznesene metodologije na sistem BTO površinskog otkopa polja "D" u REIK "Kolubari", utvrđeno je da se servisi, kojim se u postojećoj praksi planiraju svakih 10 dana po 12 časova, moraju izvoditi samo u oko 20% slučajeva, pošto se radovi održavanja sa ostalih servisa mogu izvršiti u toku drugih zastoja sistema.

LITERATURA

1. Ivković S., 1980, Pouzdanost mehaničkih elemenata osnovnih pogona i transporta sistema bager - tračni transporteri - odlagač - disertacija, Beograd, Rudarsko geološki fakultet.
2. Kozlov B., Ušakov I., 1966, Spravočnik po rasčotu nadjožnosti radioelektronnoj apparatury, Moskva, "Sov. radio".
3. H.Grothus, Sprečavanje kvarova preventivnim održavanjem, "Održavanje mašina i opreme", br.4,1973.
4. Dalkowski T., Rychlikowski E., 1973, Modelowanie matematyczne procesu wydobywczego kopalni odkrywkowej, Wroclaw, "I.G.Politechniki Wroclawskiej.

MOTIVACIJA ZA KVALITETU

PETAR JERKOVIĆ

PRODUKTIVNOST, Titova 118, Ljubljana, Yugoslavia

ŽELIMIR ĐURAŠEVIĆ

PRVOMAJSKA, OOUR Istraživanje i razvoj, Žitnjak bb, Zagreb, Yugoslavia

U radu se daje definicija motivacije, te posebno motivacije za kvalitetu. Zatim se tumače potrebe za motivacijom za kvalitetu. Navode se neke postojeće metode i načini motiviranja za kvalitetu s njihovom analizom i načinom izbora adekvatnih oblika motiviranja. Navodi se primjer motivacije u metaloprerađivačkoj industriji. Govori se također i o metodologiji primjene raznih motivacijskih modela za osiguranje i unapređenje kvalitete.

1. UVOD

Upoznajmo se prvo s tumačenjima ključnih riječi iz naslova članka, te idejom koja se krije u njima. Motivacija je povod, poticajni razlog, misao vodilja, ili pobuda za neko djelovanje. Isti smisao se zadržava kada se prebacimo na područje proizvodnje, pa se motivacija može u slobodnom prijevodu protumačiti kao činjenica, metoda ili akcija koja potiče radnika na rad. Na drugu riječ iz naslova: kvaliteta, može se reći da je to podobnost proizvoda za upotrebu, koja se dobiva uz odgovarajuću cijenu. Sad naslov kao cjelinu možemo prevesti kao: pobude za stvaranje proizvoda koji će ispuniti očekivane zahtjeve potrošača.

Proučavajući problem motivacije za kvalitetu u sklopu proizvodnog procesa mogu se uočiti neke specifičnosti zbog kojih se pojavljuju različiti sistemi za motivaciju kao što su:

- nagrade (materijalno stimuliranje)
- priznanja
- kružoci kvalitete.

Svaki od ovih oblika motiviranja ima svoje prednosti i nedostatke, te se primjenjuje u određenim prilikama, načinima proizvodnje, odnosno tipovima organizacije, a

pojedini primjeri su obradjeni u poglavlju 3.

2. MOTIVACIJA

Čovjek, kao aktivni sudionik u proizvodnji, ima najbolju namjeru da postavljeni zadatak riješi pozitivno, u najkraćem vremenskom roku, naravno, uz najmanje uloženog truda. Da bi se osigurali ispravni rezultati rada, radnika treba upoznati s karakteristikama kvalitete koje gotov izradak mora posjedovati. Da bi radnik uložio minimum truda i utrošio najmanje moguće vrijeme za postizanje traženog rezultata, neophodno je potrebno propisati postupak rada (tehnologiju).

Vodeći se ovim smjericama razviti ćemo čovjeka - automata, koji će izvrsno moći slijediti zacrtane putove proizvodnje. Nakon ovoga nam se nameće jedno pitanje, kako će takav radnik reagirati u slučaju kada, zbog objektivnih ili subjektivnih okolnosti, dodje do promjene u postupku rada. Činjenica je da takav radnik nije sposoban za ispravno reagiranje, pa će vjerojatno tražiti pomoć od nekih stručnjaka ili rukovodilaca. Ovakav postupak, koji sigurno remeti proizvodni ciklus, može se izbjeći ako stvorimo radnika - kreatora umjesto radnika - automata, koji će onda biti spo-

soban ispravno reagirati i u nepredvidljivim situacijama.

Može se zaključiti da je kod radnika potrebno stvoriti spoznaju o važnosti njegovog rada, mora steći saznanje o važnosti propisane konstrukcije i tehnologije, te mora poznavati funkciju gotovog proizvoda. Upravo to se može postići ispravnim motiviranjem kroz:

- priznanja (pismena i usmena unutar kolektiva)
- priznanja na širem planu (podizanje ponosa radnika)
- takmičenja
- proširivanje znanja kroz obaveznu i neobaveznu izobrazbu
- sagledavanje cjeline ("od koljevke do groba")
- metodu "Zero defect" ("učiniti posao dobro od prve").

Potvrdu za ove stavove nalazimo i u literaturi, gdje se mogu naći definicije motivacije, kao što su:

- proces stimuliranja ljudi da djeluju na način koji služi potrebama radne organizacije
- otkrivanje i primjena poticaja potrebnih da izazovu ljude da provedu planirane akcije na zacrtane načine.

3. NEKE METODE MOTIVACIJE

3.1 Stimulacija za kvalitetu

Unutar nagradjivanja, kao načina motiviranja, susrećemo se najčešće s materijalnom stimulacijom koja se provodi kao:

- povremene novčane nagrade za izvanredne uštede, poboljšanja ili unapređenja
- redovne nagrade (obično godišnje) za istaknute radnike na planu kvalitete
- stimulativni dio osobnog dohotka na bazi prebačaja količinske norme
- stimulativni dio osobnog dohotka za postignutu kvalitetu.

Prihvatajući postavke ZUR-a da se rad mora vrednovati prema postignutim rezultatima rada, očito zadnji način najviše odgovara.

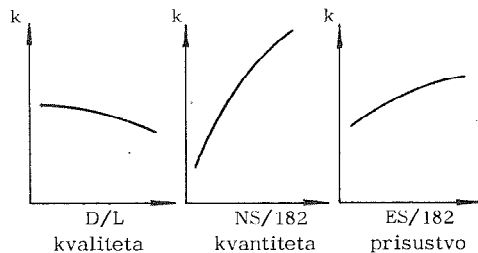
Probalo se pronaći takav način obračuna osobnog dohotka koji bi najbliže odgovarao preporukama iz ZUR-a, te se došlo do zaključka da na osnovni osobni dohodak treba djelovati neki korektivni faktor "k" (1). Ovaj faktor bi u sebi uključivao tri osnovna mjerila rada:

- kvalitetu rada (D/L)
- količinu rada (izvršenje norme) (NS/ES)
- prisustvo na radnom mjestu (ES).

Za svako mjerilo se zasebno razmotrio utjecaj na "k", te je odabrano da utjecaj količine rada bude paraboličan u cilju destimuliranja velikih prebačaja, da utjecaj kvalitete bude takodjer paraboličan s oštrijim destimuliranjem velikih podbačaja kvalitete, te da mjerilo prisustva na radnom mjestu utječe na faktor "k" u omjeru sati rada i broja sati za prosječni mjesec (182). Ovakvo odabrani utjecaji pojedinih mjerila vide se na slici 1, a njihov matematički izraz u (2).

osobni dohodak = k · osnovica + dodatak za min. rad (1)

$$k = \left(a \frac{NS}{ES} + b \left(\frac{NS}{ES}\right)^2 + c \left(\frac{D}{L}\right)^2 + d\right) \frac{ES}{182} \quad (2)$$



Slika 1

Način mjerenja izvršenja norme, kao i prisustva na radnom mjestu, bio bi kao i do sada, pa bi bilo potrebno nešto više reći samo o mjerenju kvalitete rada.

Za ispravno i objektivno mjerenje kvalitete potrebno je procijeniti koliki postotak defekata (škart i dorada) je posljedica objektivnih okolnosti (stroj, alat, materijal), te propisati limit kvalitete (normu kvalitete) za svako radno mjesto. Ovaj limit kvalitete "L" i ostvareni defekti na radnom

mjestu "D" ulaze u izraz (3) za izračunavanje korektivnog faktora "k".

Procjenjivanjem stvarnog stanja u jednom proizvodnom OOUR-u došlo se do konačnog izraza:

$$k = \left(1,15 \frac{NS}{ES} - 0,15 \left(\frac{NS}{ES}\right)^2 - \frac{1}{15} \left(\frac{D}{L}\right)^2 + \frac{1}{6} \frac{ES}{182}\right) \quad (3)$$

Prilikom odredjivanja brojčanih koeficijenta pretpostavilo se da osnovna stimulacija za izvršenje kvalitativne norme treba biti 10 %, dok se taj iznos smanjuje i do -15 % za ostvarenje defekata u dvostrukom iznosu od limita, a sve ovisi i o izvršenju norme, jer su pojedini utjecaji međusobno zavisni.

U slijedećoj tabeli prikazano je nekoliko karakterističnih slučajeva koji su uspoređeni s metodom stimulacije samo preko prebačaja norme, a sve na bazi 184 efektivnih sati.

Tabela 1

NS \ D/L	160	180	200	220	240	260	280
0,0	1,06	1,16	1,25	1,34	1,43	1,51	1,59
0,5	1,05	1,14	1,24	1,32	1,41	1,49	1,57
1,0	1,00	1,09	1,19	1,27	1,36	1,44	1,52
1,5	0,91	1,01	1,10	1,19	1,28	1,36	1,43
2,0	0,80	0,89	0,98	1,07	1,16	1,24	1,32
preko norme	0,88	0,99	1,10	1,21	1,32	1,43	1,54

ES = 184

Interesantno je napomenuti da je izraz za izračunavanje postavljen uz pretpostavku da se izvršenje defekata neće ostvarivati u vrijednosti većoj od dvostruke vrijednosti limita kvalitete, a ako se izvrši onda bi se primjenio posebni postupak (disciplinski).

Nakon postavljanja ovakvog sistema za motivaciju, analiza vrijednosti stimulativnih dijelova osobnih dohodaka i gubitaka zbog defekata pokazala je da se mogu očekivati slijedeće faze:

1. Radnici rade kao i do sada (veliki prebačaji normi), a kvaliteti rada se ne poklanja dužna pažnja. Stimulacija se smanjuje na račun relativno velikih gubitaka zbog defekata.

2. Radnici uvidjaju bit sistema i smanjuju prebačaje normi, a sve više pažnje polažu kvaliteti rada. Stimulativni dio osobnih dohodaka raste, a gubici zbog defekata se smanjuju.

3. Posljedica ovakvog razvoja su osobni dohoci ponovno na istom nivou kao i ranije, ali je smanjena količina i vrijednost defektnog rada, a to u krajnjem slučaju dovodi do većeg ostatka dohotka.

U prvoj fazi trebalo bi propisati limite kvalitete koji iznose 50 - 70 % od prosjeka ukupnih defekata. Kada se postigne zadovoljavajuće stacionarno stanje može se izvršiti korekcija limita kvalitete za još 10 - 20 %.

Čitav ovaj sistem motivacije za kvalitetu preko korekcije osobnog dohotka predviđen je prvenstveno za direktne radnike u proizvodnji čiji su rezultati rada relativno lako mjerljivi, ali postoje već ideje kako bi se to moglo proširiti na prateće službe u proizvodnji, a zatim i na ostalo osoblje u radnim organizacijama.

3.2 Samokontrolorstvo

Ovo je vrlo poželjan oblik nadzora nad kvalitetom koji lako može s prethodnim sistemom motivacije činiti nedjeljivu cjelinu. Radnik na stroju vrši kontrolu svog rada u toku proizvodnog procesa, zbog sebe i zahtjeva koji se pred njega postavljaju. Upravo činjenicu se nastoji iskoristiti postavljajući sistem samokontrole. Dajući radniku određenu stimulaciju (5 do 10 %) obavezuje ga da odgovara za svoj rad i za kontrolu svog rada. Na taj način samokontrolorstvo omogućuje smanjenje broja zaposlenih u inspekcijskoj službi, jer inspekcija postaje samo nadgledni organ koji provjerava ispravnost odluka radnika na planu kvalitete.

Osnovni uvjeti koje treba zadovoljiti svaki samokontrolor su:

- znati što bi trebalo učiniti (zahtjevi)
- znati što se stvarno učinilo (rezultat)
- znati i moći usporediti odgovore (kontrola i ocjena)
- izvršiti korekcije koje slijede iz prethodnih odgovora i zaključaka.

Radna mjesta koja imaju najveći utjecaj na kvalitetu proizvoda, proglašavaju se samokontrolorskim radnim mjestima. Samokon-

trola je dodatni vid stimulacije kojim se želi posebno motivirati radnika na pojačanu pažnju i zalaganje, za praćenje, ocjenu i korigiranje vlastitog procesa rada, radi postizanja propisanih karakteristika kvalitete i smanjenja troškova kvalitete (kvar i dorada).

Osnovni uvjeti da se nekog radnika proglaši samokontrolorom su:

1. Radno mjesto je proglašeno samokontrolorskim radnim mjestom.
2. Radnik je uspješno završio seminar za samokontrolore.
3. U prethodna tri mjeseca radnik nije imao niti kvara niti dorade.

Osnovni zadaci samokontrolora su:

1. Pažljivo proučavanje radioničke dokumentacije i informiranje o eventualnim uočnim propustima i nejasnoćama u uputstvima za rad.
2. Kontroliranje kvalitete operacija i zahvata koje provodi.
3. Registriranje podataka o kvaliteti u za to propisanu dokumentaciju.
4. Informiranje o otkrivenim propustima na prethodnim operacijama.
5. Informiranje o vlastitim greškama.
6. Potvrđivanje dokumentacije za kvalitetno izvedene operacije.

Jednom stečeni naziv samokontrolora radnik može izgubiti ako je:

1. Premješten na radno mjesto koje nije proglašeno samokontrolorskim.
2. Potvrdio nekvalitetnu izvedenu operaciju kao kvalitetnu.
3. Propustio registrirati podatke o kvaliteti u predviđenu kontrolnu dokumentaciju.

Jedan od najvažnijih preduvjeta za efikasnu primjenu samokontrole je izbor samokontrolorskih radnih mjesta. Iskustva pokazuju da najviše 10 do 20 % radnih mjesta u proizvodnom procesu mogu biti samokontrolorska. Osnovni uvjeti za izbor takvih mjesta su:

1. Visok utjecaj operacije, koja se izvodi na tom radnom mjestu, na kvalitetu gotovog proizvoda.
2. Visok utjecaj znanja, vještine i zalaganja na ostvarivanje propisanih specifikacija kvalitete proizvoda.
3. Mogućnost mjerenja, praćenja i ocjene karakteristika kvalitete neposredno na radnom mjestu.

Za uspješnu organizaciju sistema samokontrole formiraju se komisije u čije sastave ulaze predstavnici slijedećih funkcija:

- tehnologija
- operativna priprema
- proizvodnja,

a vođenje i nadzor nad cijelim sistemom samokontrole povjerava se funkciji kontrole kvalitete.

3.3 Kružoci kvalitete

Ovaj pojam se prvi puta javlja šezdesetih godina, a potječe iz Japana, zemlje eksplozivnog razvoja. Za desetak godina ova ideja je postala masovna pojava, tako da je 1972. godine u Japanu postojalo oko pola miliona kružoka kvalitete koji su okupljali oko 5 miliona članova, koji su riješili prosječno 3 projekta godišnje. Realna je pretpostavka da se jednim projektom može uštediti 5000 % što godišnje iznosi 5 do 7 milijardi dolara uštede. Ovaj podatak je sam za sebe dovoljan da ilustrira "japanski boom".

Kružok kvalitete je neformalna struktura koju sačinjavaju obično desetak ljudi unutar jedne organizacione jedinice. Zadatak im je vođenje studija za unapređenje efikasnosti rada u tom odjelu. Isprva su se bavili samo problemima kvalitete, no nakon pozitivnih rezultata i reakcija njihove kompetencije se proširuju na produktivnost, troškove, sigurnost itd.

Članovi kružoka kvalitete sudjeluju u radu na dobrovoljnoj bazi, uglavnom izvan radnog vremena, za što mogu dobiti usmena i pismena priznanja, odnosno to smatraju svojom časnom obavezom. Sastanci se održavaju nekoliko puta mjesečno (1 do 4).

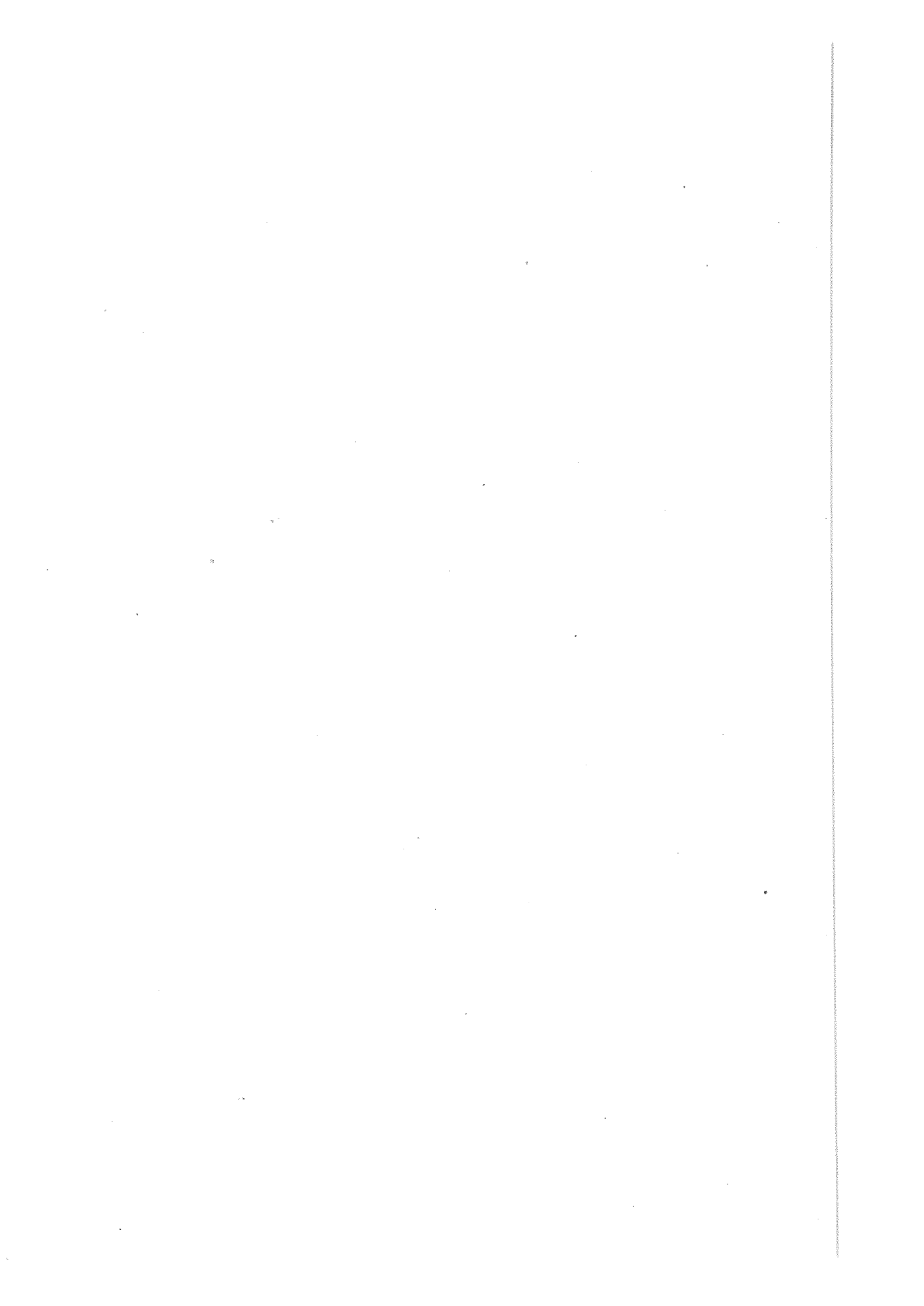
4. ZAKLJUČAK

U ovom radu nastojalo se ukratko prikazati osnovne postojeće metode motiviranja za kvalitetu, te ukazati na jedan mogući način materijalne stimulacije direktnih proizvodnih radnika preko kvalitete rada. Također je prikazan jedan od najnovijih modela motivacije za kvalitetu - kružoci kvalitete.

Osnovna namjera ovog rada je bila da se ukaže na važnost kvalitete u proizvodnji, te da se daju neke smjernice za rješavanje problema vezanih uz kvalitetu.

LITERATURA

1. Juran, J.M., 1974, Quality Control Handbook, 3rd ed., New York, McGraw-Hill
2. Crosby, P.B., 1979, Quality is Free, New York, McGraw-Hill
3. Ž. Đurašević, Jedan primjer motivacije za kvalitetu u metaloprerađivačkoj industriji, Kvalitet i pouzdanost, str. 26, 4/1980.



MEDJUZAVISNOST TEHNOLOŠKOG RAZVOJA I RAZVOJA DRUŠTVENOG SISTEMA

Dr Neca Jovanov, profesor

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

I

Pod pojmom tehnologije proizvodnje i tehnološkog razvoja u savremenom svetu podrazumevaju se suštinski različite stvari. Zbog toga je potrebno u vidu konvencije za Okruglim stolom postići dogovor o tome šta se pod pojmom tehnologije i tehnološkog razvoja podrazumeva.

U svakom slučaju tehnološki razvoj podrazumeva: (1) smanjivanje razlike između umnog i fizičkog rada, (2) stalno povećanje produktivnosti rada, (3) stalno uvećanje materijalnog, kulturnog i duhovnog bogatstva društva.

Problem koji je teorijski sporan i koga je razvoj tehnologije učinio spornim je sledeći:

Da li će se razvojem tehnologije smanjivati motivacija ljudi za razvoj svojih stvaralačkih sposobnosti i da li će prema tome čovek i u uslovima najrazvijenije tehnologije i dalje njom gospodariti, odnosno, razvijajući svoje stvaralačke sposobnosti razvijati i tehnologiju i tehnološki razvoj, ili će u uslovima najrazvijenije tehnologije motivacija za stvaralačku aktivnost čoveka rapidno opadati, i da li će prema tome čovek biti podčinjen tehnologiji proizvodnje koju je sam stvorio.

Problem koji je sporan i o kome je potreban dijalog je dakle: *koja je tehnologija proizvodnje koja će u istorijskom procesu stalno motivirati čoveka da razvija svoje stvaralačke sposobnosti za vremenski neograničen tehnološki razvoj.*

U drugom slučaju se mogu postaviti granice tehnološkog razvoja i prema tome granice motivacije čoveka da razvija i realizuje svoje stvaralačke sposobnosti.

II

Pod pojmom organizacije rada ili organizacije proizvodnje u savremenom svetu se takodje podrazumevaju suštinski različite stvari. Problem koji je teorijski sporan je: da li je organizacija proizvodnje ili organizacija rada determinisana tehnologijom proizvodnje, ili je ona (organizacija rada i organizacija proizvodnje) u odnosu na tehnologiju proizvodnje relativno samostalna. Ukoliko se isključi apsolutni determinizam tehnologije prema organizaciji rada i proizvodnji onda je pretpostavka da na istom nivou tehnologije proizvodnje mogu biti alternativne, dakle različite organizacije proizvodnje i organizacije rada. Problem je značajan za dijalog jer u savremenom svetu postoji shvatanje da je organizacija proizvodnje i organizacija rada u potpunosti determinisana tehnologijom proizvodnje. Istovremeno postoji i drugo shvatanje, da taj determinizam nije apsolutan i da prema tome na istoj tehnologiji proizvodnje mogu biti alternativne organizacije u proizvodnji ili organizacije rada. *Problem je dakle, u kakvoj međuzavisnosti se nalazi tehnologija proizvodnje s jedne strane i organizacija proizvodnje ili organizacija rada sa druge strane.*

III

Pod pojmom društvenog sistema i njegovog razvoja takodje se u savremenom svetu podrazumevaju suštinski različite stvari, a jedno isto stanje označava se različitim nazivima. Tako se na primer kao sinonim za razvoj društvenog sistema može upotrebljavati razvoj socijalnog sistema koji je sveobuhvatniji od pojma društve-

nog sistema, zatim socijalna revolucija koja je sveobuhvatnija i od razvoja društvenog sistema i od razvoja socijalnog sistema. Zbog toga je potrebno postići konvenciju šta ćemo podrazumevati pod pojmom razvoja društvenog sistema i kako ćemo ga terminološki naznačiti.

Možemo pod pojmom razvoja društvenog sistema (socijalnog sistema ili socijalne revolucije) podrazumevati da je to onaj istorijski proces u kome se odnosi dominacije između ljudi zamenjuju odnosima ravnopravnosti i u kome je celokupan radno sposoban ljudski potencijal materijalno i moralno motiviran da stalno razvija svoje stvaralačke sposobnosti za istovremeno stvaranje novih materijalnih, kulturnih i duhovnih dobara i za istovremeno stvaranje humanizacije odnosa medju ljudima, istorijski proces oslobadjanja čovekove ličnosti kao proces oslobadjanja njegovih stvaralačkih sposobnosti. Kao mera čovekove slobode i kao mera slobode jednog društva može biti sloboda čoveka na materijalnu i moralnu motivaciju da razvija pomenute stvaralačke sposobnosti, ali se proces oslobadjanja čovekove ličnosti ostvaruje utoliko ukoliko se u trenutku stalno uvećavaju mogućnosti da čovek pomenute stvaralačke sposobnosti i ostvaruje.

Sa ovog stanovišta razvoj društvenog sistema (socijalnog sistema i socijalne revolucije) je klasno i ideološki opredeljeni razvoj. Nema društvenog sistema, njegovog razvoja, pa prema tome niti socijalnog sistema, niti socijalne revolucije koja nije klasno i ideološki angažovana. Problem koji je značajan za raspravu je u kojoj mери je u različitim društvenim sistemima moguće vršiti ovaj istorijski proces oslobadjanja čovekove ličnosti.

IV

Problem koji je teorijski sporan, jeste, da li su tehnologija proizvodnje i tehnološki razvoj klasno i ideološki neutralni u odnosu na klasno i ideološki opredeljen razvoj društvenog sistema odnosno socijalnog sistema ili socijalne revolucije. Problem koji je značajan za našu raspravu, a koji je sadržan u naslovu ovog teksta jeste: (1) da li je tehnološki razvoj i razvoj društvenog sistema medjusobno nezavistan i da li se prema tome tehnološki razvoj i razvoj društvenog sistema odvijaju kao dva paralelna, medjusobno nezavisna toka, (2) da li nivo i razvoj tehnologije determinira karakter razvoja društvenog sistema, odnosno socijalnog sistema ili socijalne revolucije, (3) da li klasno ideološki opredeljen razvoj društvenog sistema determinira tehnološki razvoj ili (4) postoji medjuzavisnost tehnološkog razvoja i razvoja društvenog sistema? Ove probleme smo identifikovali jer u savremenom svetu postoje istovremeno sva četiri navedena gledišta.

Naša teza je da postoji *medjuzavisnost tehnološkog razvoja i razvoja društvenog sistema, medjuzavisnost tehnologije proizvodnje i organizacije rada ili organizacije proizvodnje i medjuzavisnost organizacije proizvodnje ili organizacije rada i razvoja društvenog sistema*. To znači, da kao što je društveni sistem i njegov razvoj ideološki i klasno opredeljen, da isto tako tehnološki razvoj i organizacija proizvodnje ili organizacija rada nije ideološki i klasno neutralna. Iz tog stava je i izveden zaključak o medjuzavisnosti tehnološkog razvoja - organizacije proizvodnje ili organizacije rada - društvenog sistema i njegovog razvoja, odnosno razvoja socijalnog sistema ili socijalne revolucije.

Sa stanovišta ove teze teorijski je sporno kom društvenom sistemu i njegovom razvoju odgovara koja tehnologija proizvodnje i tehnologija razvoja i koja organizacija rada ili organizacija proizvodnje, ali i obrnuto, kom tehnološkom razvoju, odnosno nivou tehnologije proizvodnje i organizaciji proizvodnje i organizaciji rada odgovara društveni sistem ili njegov razvoj. Razume se da formulisanje ovakvog problema ne pleđira za unificiranim opredeljenjem svih učesnika Okruglog stola. Formulisanje ovakvog stava je motivisano pre svega potrebom za dijalogom o ovom stavu. Radi jasnoće u našem stavu nije sadržana teza o kompletnosti tehnološkog razvoja - organizacije rada ili organizacije proizvodnje i društvenog sistema i njegovog razvoja kao tri relativno samostalna toka, nego je u ovom stavu sadržana teza o njihovoj *medjuzavisnosti*.

V

Problem značajan za raspravu je u kakvom odnosu se nalazi nivo razvijenosti projektovanog razvoja društvenog sistema jedne zemlje i nivo razvijenosti tehnologije kako u odnosu na projektovanje i tehnološki razvoj tako u odnosu na postignuti nivo razvijenosti projektovanog razvoja društvenog sistema. Problem je u tome, da li je moguć visok nivo tehnologije i organizacije proizvodnje na niskom stupnju ostvarenosti projektovanog razvoja društvenog sistema, ali i obrnuto, da li je moguće imati visok stupanj ostvarenosti projektovanog razvoja društvenog sistema na niskom stupnju tehnološkog razvoja i na niskom stupnju razvoja organizacije rada ili organizacije proizvodnje.

VI

Problem transfera tehnologije iz razvijenih u nerazvijene ili manje razvijene zemlje je i teorijski i praktično sporan i njemu se u savremenom svetu daje suštinski različito značenje. Kao ekstremno davano značenje transfera tehnologije iz razvijenih u nerazvijene zemlje možemo navesti dva

ekstremna stava: (1) da je to pomoć razvijenih zemalja zemljama u razvoju radi bržeg rešavanja, ne samo tehnološkog razvoja zemalja u razvoju, nego i njihovih gorućih socijalnih problema koji se u slučaju nekih zemalja nalaze na nivou nerešene elementarne ishrane stanovništva da bi se sprečilo umiranje od gladi, ili barem koliko toliko produžio veoma kratak životni vek ljudi, (2) drugo krajno gledište ovog transfera tehnologije se kvalifikuje kao *tehnološki imperijalizam*, kao način najpre tehnološkog "okupiranja" odnosno osvajanja zemalja u razvoju da bi preko tehnološke "okupacije" ove zemlje potčinili ekonomski a zatim i politički razvijenim zemljama i uopšte, a posebno multinacionalnim kompanijama visokorazvijenih zemalja. Istine radi, argumentacije i za jednu i za drugu tezu ima i mislimo da je potrebna konfrontacija argumentacije i jednog i drugog ekstremnog stava ili ekstremne kvalifikacije transfera tehnologije iz razvijenih zemalja u zemlje u razvoju.

Pošto se Okrugli sto održava u Jugoslaviji, problem međuzavisnosti tehnološkog razvoja, razvoja organizacije proizvodnje ili organizacije rada i razvoja društvenog sistema odnosno socijalne revolucije u jugoslovenskom slučaju se ispoljava u samoupravljanju.

Međuzavisnost tehnološkog razvoja, razvoja organizacije proizvodnje i organizacije rada i razvoja samoupravljanja u Jugoslaviji mora postojati jer je samoupravljanje kao specifičan oblik socijalne revolucije istorijski proces oslobađanja čovekove ličnosti, a samoupravljanje se razvija samo utoliko ukoliko se u njemu čovek kao samoupravljač ostvaruje kao stvaralačko biće. Samoupravne aktivnosti su pre svega stvaralačke aktivnosti. Prema tome, tehnološki razvoj, razvoj organizacije rada ili organizacije proizvodnje i razvoj samoupravljanja *jest*, u bukvalnom smislu, *jedan jedinstveni istorijski proces u kome se odnosi dominacije između ljudi zamjenjuju odnosima ravnopravnosti i u kome se celokupan račun sposoban ljudski potencijal, u bukvalnom smislu, istovremeno, materijalno i moralno motivira za razvoj svojih stvaralačkih sposobnosti za stvaranje novih materijalnih, kulturnih i duhovnih dobara i istovremeno za razvoj samoupravljanja kao specifičnog oblika socijalne revolucije u Jugoslaviji. Mera razvijenosti samoupravljanja je ukoliko se u njemu samom sve stvaralačke sposobnosti celokupno radno sposobnog ljudskog potencijala razvijaju, ali mera razvijenosti samoupravljanja je i to da li ono kao jugoslovenski oblik socijalne revolucije stalno uvećava mogućnosti da čovek te svoje stvaralačke sposobnosti i realizuje. Mera ostvarenosti samoupravljanja jeste i nivo njegove ekonomske efikasnosti.*

Pošto je samoupravljačka aktivnost samoupravljačka, samo utoliko ukoliko je ona stvaralačka aktivnost ljudi, odnosno ukoliko ljudi u procesu borbe za razvoj samoupravljanja razvijaju i realizuju svoje stvaralačke sposobnosti onda istorijskom procesu ostvarivanja samoupravljanja odgovara samo onaj tehnološki razvoj i razvoj organizacija rada ili organizacije proizvodnje u kome će se čovek takodje stalno ostvarivati kao stvaralačka ličnost. Na ovo ukazujemo zbog toga što je i teorijski i realno moguće imati takvu tehnologiju proizvodnje i organizaciju rada koja će sama po sebi blokirati misao, odnosno stvaralačku sposobnost ljudi koja će povećavati produktivnost rada, ne više cedjenjem fizičke snage čoveka "Cedjenjem radničkog znoja", nego cedjenjem čovekove psihe. I teorijski je realno moguće imati takvu tehnologiju i organizaciju proizvodnje koja će maksimalno čoveka integritirati u proces proizvodnje, ali ga psihološki potpuno izolovati što u krajnjoj liniji produkuje paradoksalnu situaciju: - čovek biva u maksimalnoj mogućoj meri psihički iscrpljen, ne zbog toga što je bio misaono angažovan, nego zbog toga što je njegova misao u procesu proizvodnje bila potpuno blokirana, jer je postao fizički privezak tehnologiji i organizaciji proizvodnje koju je sam stvorio. Takva realno moguća tehnologija i organizacija proizvodnje može, ne samo da zaustavi istorijski proces oslobađanja čovekove ličnosti kroz samoupravljačku aktivnost kao stvaralačku aktivnost, nego i da relativno, ili čak i potpuno blokira razvoj samoupravljanja. Nije moguće, čak ni teorijski, da čovek u procesu proizvodnje misaono bude "porobljen", dakle da nema šansu da se u procesu proizvodnje ostvaruje kao stvaralačka ličnost a da se posle radnog vremena u samoupravnoj aktivnosti ostvaruje kao stvaralačka ličnost. To između ostalog znači da nije moguće ostvarivati istorijski proces samoupravljanja kao proces zamene odnosa dominacije odnosima ravnopravnosti između ljudi ako u toku radnog vremena postoji takva tehnologija i organizacija proizvodnje koja podrazumeva i apsolutne odnose dominacije jednih ljudi nad drugima, ali i odnos dominacije visokorazvijene tehnologije i organizacije proizvodnje nad psihom čoveka i njegove potencijalne, ali nerazvijene i nerealizovane stvaralačke sposobnosti za projektovanje tehnološkog razvoja, veće produktivnosti rada, stalnog uvećavanja onih materijalnih, kulturnih i duhovnih dobara čijom će se upotrebom čovek ostvarivati kao stvaralačka ličnost, odnosno u kome će se vršiti istorijski proces oslobađanja čoveka u tom svom totalitetu.



NEKE SPECIFIČNOSTI INFORMACIONOG SISTEMA PROIZVODNE
ORGANIZACIJE UDRUŽENOG RADA USLOVLJENE SOCIJALISTIČKIM
SAMOUPRAVNIM DRUŠTVENO-EKONOMSKIM ODNOSIMA

T. Jovanović
Viša škola za primenjenu informatiku i
statistiku, Beograd

D. Obradović
Institut za mernu tehniku i upravljanje,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad,

Analizirajući ciljeve i sistem donošenja odluka u organizacijama udruženog rada u privredi, uočeno je da podsistem planiranja informacionog sistema OUR-a najbolje održava socijalističke samoupravne društveno ekonomske odnose. Proučavaju se neke karakteristike ovog podsistema.

1. UVOD

Suština socijalističkih samoupravnih društveno-ekonomskih odnosa u udruženom radu definisana je u /1/ članu 1. stav 2.: "Socijalističkim samoupravnim društveno-ekonomskim odnosima u udruženom radu obezbeđuje se da radnici, na osnovu prava rada društvenim sredstvima i jednakih prava, obaveza i odgovornosti u pogledu sredstava za proizvodnju i drugih sredstava društvene reprodukcije u društvenoj svojini, upravljaju u svom, zajedničkom i opštem interesu svojim radom, uslovima i rezultatima svog rada". Karakteristike organizacije udruženog rada (OUR) sa aspekta razvoja informacionog sistema (IS) mogu da sagledaju iz /2/ člana 14. stav 2.: "Osnovna organizacija udruženog rada je osnovni oblik udruženog rada u kome radnici neposredno i ravnopravno ostvaruju svoja društveno-ekonomska i druga samoupravna prava i odlučuju o drugim pitanjima svog društveno-ekonomskog položaja".

Za razumevanje suštine socijalističkih samoupravnih društveno-ekonomskih odnosa u organizaciji udruženog rada nužno je imati u vidu i materijalnu osnovu ovih odnosa, kako je to dato u /1/ članu 18. stav 4.: "Dohodak osnovne organizacije je izraz i materijalna osnova ostvarivanja socijalističkih društveno-ekonomskih odnosa i pojedinačnih, zajedničkih i opštih društvenih interesa, na kojoj se zasnivaju samoupravna prava i odgovornosti radnika da obezbeđuju jedinstvo upravljanja svojim radom i uslovima, sredstvima i rezultatima rada u celokupno-

sti odnosa društvene reprodukcije, da obezbeđuje svoju vlast i kontrolu nad novčanim i drugim materijalnim tokovima društvene reprodukcije i razvoj socijalističkih samoupravnih proizvodnih odnosa i da obezbeđuju ostvarivanje svojih radnih, socijalnih, obrazovnih, kulturnih i drugih životnih i stvaralačkih interesa".

Uloga informacionog sistema (OUR) u privredi može da se definiše sa raznih aspekata, međutim, u ovom tekstu posmatrano je kao što sledi:
Zadatak informacionog sistema OUR u privredi je da izvrši obuhvat, omogući čuvanje, pretraživanje i obradu, kao i da obezbedi prenos i korišćenje informacija relevantnih za samoupravljanje, posloводство i realizaciju radnih zadataka u OUR u privredi.

Suština samoupravljanja u udruženom radu ogleda se u upravljanju radom, uslovima i rezultatima rada, da je dohodak materijalna osnova samoupravljanja zatim da o svemu tome odlučuju radnici ravnopravno i neposredno u organizaciji udruženog rada; konkretno informacioni sistem treba da obezbedi informacije za realizovanje tako definisanog samoupravljanja. Iz ovog se zaključuje da je asencija samoupravljanja trajnim procesom stvaranja i raspodele dohotka, kao i da se analizom ovog procesa može doći do spe-

specifičnosti informacionog sistema proizvodne OUR uslovljenih socijalističkim samoupravnim društveno-ekonomskim odnosima.

2. UPRAVLJANJE TRAJNIM PROCESOM STVARANJA I RASPODELE DOHODKA

Analiza upravljanja trajnim procesom stvaranja i raspodele dohodka bazira na izučavanju dohodka i modela upravljanja procesom stvaranja i raspodele istog. Zatim izučavanjem jedinstva i suprotnosti onih interesa u planiranju ovog procesa, koji se mogu identifikovati na osnovu informacija koje pruža IS proizvodne OUR-a.

2.1. Dohodak

Dohodak je rezultat rada udruženih radnika, ali i instrument za zadovoljenje njihovih potreba. Dohodak je izlaz iz procesa stvaranja dohodka pa predstavlja kriterij optimizacije ovog procesa. Proces stvaranja dohodka kao rezultata rada grafički je prikazan na Sl.1. Kao što se sa slike vidi dohodak se dobija kao razlika između ukupnog prihoda (U_p) i troškova poslovanja (T_p) i deli se na deo za akumulaciju (D_a) i deo za potrošnju (D_p). Troškovi poslovanja se dele na materijalne troškove (T_{ma}) i troškove amortizacije (T_a).

Centralno mesto u procesu stvaranja dohodka ima proizvodni proces za koji se kao ulaz javljaju orudja za rad (O_r), predmet rada (M) i tekući rad (R_t), a kao izlaz proizvod (P). Ograničenja u procesu stvaranja dohodka su:

- ograničenje proizvodnje-transformacija rada, orudja za rad i predmet rada u proizvodnji;

- ograničenje nabavke-transformacija novčanih sredstava (troškova poslovanja i novododatog minulog rada) u orudja za rad i predmet rada;

- ograničenje prodaje-transformacija proizvoda u ukupan prihod;

- ograničenje finansija-transformacija dela dohodka odvojenog za akumulaciju i minuli rad za ulaganje u proces stvaranja dohodka i

- ograničenje kadrova-transformacija dela dohodka odvojenog za potrošnju u tekući rad.

Upravljačka promenljiva u procesu stvaranja dohodka je struktura proizvodnje. Dohodak kao instrument udruženih radnika može da se sagleda sa Sl.2. U ovom kontekstu zadržavamo se na potrebama koje se zadovoljavaju potrošnjom proizvoda, odnosno korišćenjem usluga. Dohodak odvojen za potrošnju deli se na:

- Deo za ličnu potrošnju (D_{p1});

- Deo za zajedničku potrošnju (D_{p2});

- Deo za opštu potrošnju (D_{po}). Na tržištu potrošnih dobara i usluga, odnosno preko davaoca usluga iz oblasti zajedničkih (SIZ) i opšte potrošnje (DPZ), ovi delovi dohodka transformišu se u odgovarajuće proizvode i usluge koji mogu da zadovolje pojedine vidove potrošnje. Ličnu (P_1), zajedničku (P_2) i opštu (P_o).

U planiranju zadovoljenja potreba ne postoji jedan opšti kriterij optimizacije, već kriterij definiše svaki radnik.

Ograničenje u zadovoljenju potreba su veličina dohodka, zatim potencijal tržišta roba i usluga za ličnu potrošnju, potencijali SIZ-ova za zajedničku potrošnju i potencijali DPZ-a za opštu potrošnju.

Upravljačka promenljiva je raspodela dohodka na akumulaciju i potrošnju; raspodela dela dohodka za potrošnju na pojedine vidove potrošnje; te učešće pojedinih radnika u stvorenom dohodku.

2.2. Model upravljanja procesom stvaranja i raspodele dohodka

Grafički prikaz ovog modela dat je na Sl.3. U upravljanju postoje tri osnovna upravljačka ciklusa: planiranje, realizacija i kontrola /3/.

U ciklusu planiranja vrši se izbor ciljeva (zadovoljenje potreba udruženih radnika) i instrumenata za njihovu realizaciju (veličina i raspodela dohodka).

U proizvodnji OUR planiranje zadovoljenja potreba i planiranje veličine i raspodele dohodka, pa prema tome i realizacija ukupnog ciklusa planiranja vrši se na osnovama neposrednog samoupravljanja udruženih radnika, te se oni i javljaju kao trajniji korisnici relevantnih informacija. Pri ovome treba razlikovati donošenje odluka o planu, što je pravo i obaveza neposrednih samoupravljača, od tehnologije planiranja, što je predmet rada stručnih službi, koje rade na obezbeđenju informacija potrebnih za odlučivanje. Činjenica da informacioni sistem jedan deo informacija daje neposredno stručnim službama radi dalje obrade, ne negira tvrdnju

da se kao krajni korisnici ovih informacija javljaju udruženi radnici u funkciji neposrednih samoupravljača. U ciklusu realizacije se utvrđuju norme i neposredno realizuju radni zadaci.

Norme utvrđuju poslovodni organi i njima odgovorna stručna služba, na osnovu planiranih instrumenata i tekućih kretanja i one treba da obezbede takvo ponašanje u realizaciji procesa stvaranja i raspodele dohodka, koje je nužno da bi se realizovali planirani ciljevi. Radne zadatke realizuju radnici na radnim mestima.

Iz rečenog sledi da su korisnici relevantnih informacija u ciklusu realizacije poslovodni organi i udruženi radnici na radnim mestima.

U ciklusu kontrole vrši se analiza odstupanja između planiranih i realizovanih instrumenata (planirane i realizovane veličine i raspodela dohodka) i na osnovu rezultata analize aktivira izbor ciljeva, odnosno izbor instrumenata u ciklusu planiranja. Ovo je pravo samoupravnih organa te su oni i korisnici relevantnih informacija. Iz izloženog se vidi centralno mesto ciklusa planiranja, pa se njegovom analizom mogu sagledati osnovne specifičnosti vezane za socijalističke samoupravne društveno-ekonomske odnose u proizvodnji OUR, kao i sagledati potrebe za informacijama i uočiti specifičnosti IS proizvodnih OUR-a u uslovima samoupravnih društveno-ekonomskih odnosa.

Ovde se medjutim postavlja jedno prethodno pitanje: Koje informacije iz skupa ukupnih informacija, potrebnih za ciklus planiranja, obezbeđuje informacioni sistem proizvodne OUR? Do odgovora na ovo pitanje dolazi se polazeći od poznate istine da interni informacioni sistem obezbeđuje informacije za planiranje na kratak rok sa težištem na godišnjem planiranju. Takodje su poznate osnovne karakteristike planiranja na kratak rok /4/:

. težište je na tehničkom stupnju planiranja-medjusektorsko uskladjivanje (vremensko i količinsko) preko sistema tehničkih pokazatelja;

. računa se sa postojećim resursima;

. polazi se od postojanja linearne zavisnosti između planskih veličina. Sledi da informacioni sistem proizvodne OUR treba da obezbedi informacije za planiranje na kratak rok, da se na osnovu tih informacija uspostavlja vremensko i količinsko medjusektorsko uskladjivanje, da se računa sa postojećim resursima i sa linearnom zavisnošću između planskih veličina, te da se i primenjuju odgovarajuće metode planiranja.

Detaljniji uvid u potrebne informacije traži upoznavanje sa osnovnim odlukama koje se donose u planiranju procesa stvaranja i raspodele dohodka i čijem donošenju ove informacije služe. Ove odluke donose se na bazi jedinstva i suprotnosti interesa udruženih radnika u ciklusu planiranja, stvaranja i raspodele dohodka.

2.3. Jedinstvo i suprotnost interesa udruženih radnika u planiranju procesa stvaranja i raspodele dohodka

Ovde se zadržavamo samo na interesima relevantnim za prepoznavanje specifičnosti informacionog sistema proizvodne OUR uslovljenih socijalističkim samoupravnim društveno-ekonomskim odnosima, koji informacioni sistem treba da obezbedi informacije za identifikovanje jedinstva i suprotnosti ovih interesa, odnosno za njihovo prepoznavanje kao pojedinačnih i izhalaženje zajedničke rezultate.

Prvi skup ovakvih interesa su interesi za većom tekućom potrošnjom sa jedne strane i interesa za jačanjem materijalne osnove njihovog rada sa druge strane. Rešenje protivrečnosti ovih interesa može da se nadje u optimizaciji sadašnje i buduće potrošnje. Postoji takodje unutrašnji konflikt, između interesa svakog radnika za zadovoljenje potreba na sve višem i višem nivou i težnja da to učini radom što manjeg inteziteta i pod što boljim uslovima. Rešenje je u većoj efikasnosti, kako u samom procesu stvaranja dohodka tako i kod onih koji svojim proizvodima i uslugama zadovoljavaju potrebe radnika.

Jedinstvo i suprotnost interesa postoji i između radnika istog dela procesa rada. S jedne strane postoji težnja za što većim individualnim učešćem u stvorenom dohodku, a sa druge strane potreba da se stimulišu najproduktivniji - izlaz je očigledno u raspodeli prema radu.

Jedinstvo i protivrečnost interesa radnika raznih delova procesa rada OUR ogleda se u tome što sa jedne strane svaki deo procesa rada teži povećanju svog potencijala, jer mu to obezbeđuje veći udeo u stvaranju i raspodeli dohodka, a sa druge strane ograničenja potencijala najslabijeg u lancu je mera ukupnog ograničenja za veličinu dohodka. Rešenje je u usaglašavanju potencijala delova procesa rada i na toj bazi nastaje zajednički interes za dislokaciju resursa.

Na jedinstvu i suprotnosti ovih interesa izrasta potreba za informacijama koje treba da obezbedi informacioni sistem planiranja kao podsistem infor-

macinog sistema proizvodne OUR.
Maksimum dohodka se dobija kao maksimum funkcije:

$$f = D \cdot X$$

uz ograničenja:

$$A \cdot X < B; \quad X < P \quad X > 0$$

gde su:

- a_{ij} - utrošak resursa dela procesa rada "i" po jedinici proizvoda "j"
- x_j - količina proizvoda "j",
- b_i - ograničenje resursa dela procesa rada "i",
- d_j - dohodak po jedinici proizvoda "j",
- p_j - količina proizvoda "j" koju može da apsorbuje tržište.

Kako je D dato (podatak o dohodku po jedinici proizvoda nalazi se u matičnom slogu proizvoda), to su za postupka maksimizacije dohodka potrebne informacije o:

- . organičenja potencijala pojedinih delova procesa rada (ograničenja resursa nabavke, proizvodnje, kadrova i finansija - B i ograničenja apsorpsione sposobnosti tržišta prodaje - P);
- . normativima utroška resursa pojedinih delova procesa rada po jedinici proizvoda - A.

Primerom ovome strukturiran je Informacioni sistem planiranja dohodka, čiji je grafički prikaz dat na Sl.5.

Iz modela se vidi da se radi o iterativnom postupku iznalaženja optimalnog dohodka. Najpre se na bazi prethodno definisanih ograničenja i normativna iznalazi maksimalni dohodak, a zatim se ispituje mogućnost promene ograničenja (relokacija resursa) ili izmene normativa, što onda dovodi do ponavljanja postupka maksimizacije dohodka.

a) Predviđanje ograničenja

Grafički prikaz modela predviđanja ograničenja dat je na Sl.6. Predviđanje ograničenja se vrši u dva koraka. U prvom koraku se vrši proračun ograničenja na računaru na bazi raspoloživih informacija i uz pomoć metoda koje se mogu primeniti na računaru. U drugom koraku se na bazi iskustva, intuicije i informacija kojima računar ne raspolaže verifikuju se i podešavaju proračuni ograničenja dobijeni u prvom koraku.

Proračunata ograničenja memorišu se u odgovarajuće datoteke:

- . u matičnu datoteku (MD)-ograničenja nabavke i prodaje;
- . u datoteku radno mesto (RM)-ograničenja kapaciteta proizvodnog procesa;
- . u datoteku udruženih radnika (UR)-ograničenja kadrova;
- . u datoteku sredstava (SR)-ograničenja finansija.

Posle verifikacije od strane planera, ograničenja se preformatizuju i memorišu u sumarnu datoteku ograničenja (DO).

Iz izloženog se vidi da se ovde daju informacije za sagledavanje maksimalnih potencijala pojedinih delova procesa rada, te se time podržavaju pojedinačni interesi ovih delova da njihovi posebni potencijali budu što veći.

b) Utvrđivanje normativa

Grafički prikaz modela utvrđivanja normativa dat je na Sl.7. Normativi se utvrđuju u dva koraka, najpre se vrši proračun normativa, a zatim se oni usvajaju od strane udruženih radnika. Proračun normativa (rada, sredstava rada, predmeta rada i finansijskih normativa) vrši se na bazi podataka koje sadrže međusobno olančane datoteke banke tehničkih podataka:

- . Matična datoteka (MD) - matični podaci o svim elementima konstrukcionog sistema proizvoda;
- . Strukturna datoteka (SD) - konstrukcijski sistem proizvoda;
- . Postupak rada (PR) - struktura tehnološkog procesa proizvoda (postupci rada, operacije) struktura operacijskih i medjuoperacijskih vremena, uslovi rada kao rezultat date tehnologije;
- . Radno mesto (RM) - matični podaci o radnom mestu, uslovi rada na radnom mestu.

Podaci koje informacioni sistem dobija proračunom dostavljaju se planeru normativa koji ih verifikuje.

Ove normative razmatraju udruženi radnici na osnovu informacija o intenzitetu i uslovima rada koji su predpostavljeni prilikom proračuna normativa. Na osnovu ovih informacija afirmiše se interes radnika za radom sa što manjim intenzitetom i pod što boljim uslovima rada.

c) Optimizacija dohodka OUR

Grafički prikaz modela dat je na Sl.8. Optimizacija dohodka vrši se u tri koraka. U prvom koraku informacioni sistem, primenom metoda linearnog programiranja, izračunava maksimalni dohodak, u granicama ranije dobijenih ograničenja i primenom utvrđenih normativa i sa strukturom proizvodnje kao upravljačko promenljivo. Kao izlaz iz maksimizacije dohodka, pored maksimalnog dohodka, dobija se stepen iskorišćenja pojedinih delova procesa rada (apsorpsiona sposobnost tržišta, te resursi nabavke, proizvodnje, kadrova i finansija).

U drugom koraku planeri razradjuju moguće alternative za dislokaciju resur-

sa radi usaglašavanja ograničenja pojedinih delova procesa rada. Efekte ovih alternativa na dohodak i stepen iskorišćenja ograničenja pojedinih delova procesa rada daje odgovarajući simulacioni model. Radnici se odlučuju za određenu alternativu na bazi veličine dohodka i stepena iskorišćenja pojedinih delova procesa rada. Iz rečenog proizilazi da se u drugom koraku obezbeđuje informacije na osnovu kojih može da se ostvari uvid u efekte usaglašavanja potencijala pojedinih delova procesa rada na povećanje ukupnog dohodka. Prema tome ovde informacioni sistem podržava formulisanje zajedničkog interesa udruženih radnika za usaglašenim potencijalima i samim tim i interesa za dislokacijom minulog i tekućeg rada između delova procesa rada.

U trećem koraku informacioni sistem pruža podršku planerima u tehničkoj razradi planova delova procesa rada i plana dohodka OUR.

3.2. Planiranje zadovoljenja potreba

Grafički prikaz modela dat je na Sl.9. Obzirom da ovde ne može da se definiše jedan opštevažeći kriterij optimizacija se vrši pomoću simulacionog modela.

U okviru skale dozvoljenih proporcija korisnik bira:

- . podelu dohodka na akumulaciju i potrošnju i
- . odnos lične, zajedničke i opšte potrošnje.

Uz oba pokazatelja dobijaju se potrebna uporedjenja: prema tekućem periodu, prema regionu i grani, u odnosu na društvene dogovore i samoupravne sporazume i slično.

Korisnik ponavlja postupak simulacije sve dok u raspodeli dohodka na akumulaciju i potrošnju ne postigne zadovoljavajući odnos između sadašnje i buduće potrošnje ne uskladi "generacijske interese", odnosno dok u stepenu zadovoljenja pojedinih vidova potrošnje ne zadovolji lične, zajedničke i opšte interese, polazeći pri tome od vrednosti udruženog rada.

Ukoliko se u granicama raspoloživog dohodka ne može da postigne željeno rešenje korisnik može da simulira uticaj promene normativa sa jedne strane na veličinu dohodka i time zadovoljenje potreba a sa druge strane njihov uticaj na uslove i intezitet rada.

Ovo se takodje obavlja u više ciklusa sve dok se ne usaglase:

- . interesi radnika da rade sa što manjim intezitetom i pod što boljim uslovima, sa željom za zadovoljavanjem potreba na što višem nivou i

. težnja za što većim individualnim učešćem određenih normativa najviše

možu doprineti stvaranju većeg dohodka. Kada se, na samoupravnim osnovama, usvoje zajedničke proporcije raspodele dohodka, a time i stepen zadovoljenja potreba radnika, stvaraju se osnove za Plan životnog standarda čije detalje razradjuje planer standarda.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Osnovne specifičnosti informacionog sistema proizvodne OUR rezultat su socijalističkih samoupravnih društveno-ekonomskih odnosa u kojima radnici neposredno odlučuju o svom radu, uslovima i rezultatima rada.

Iz činjenice da radnici odlučuju o dohodku, koji ima dvojaku prirodu, s jedne strane je rezultat njihovog rada, a sa druge instrument za zadovoljenje njihovih potreba, proizilazi potreba da se obezbede informacije o celom procesu, znači kako procesu stvaranja, tako i procesu raspodele dohodka.

Upravljajući procesom stvaranja i raspodele dohodka, radnici odlučuju neposredno i ravnopravno. To traži drugačiju distribuciju i dizajn informacija kao i odgovarajuće rešenje informacione baze i mogućnosti njenog pretraživanja.

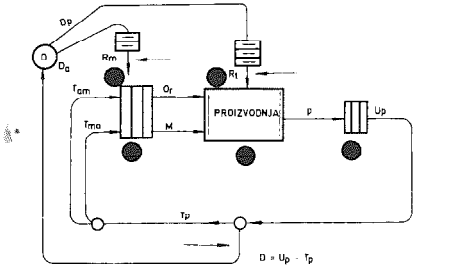
Informacioni sistem proizvodne OUR podržava koncept šire shvaćene efikasnosti, znači pored efikasnosti na radnom mestu, isto tako i efikasnosti u skladnom delovanju ukupne OUR i čitavog procesa stvaranja i raspodele dohodka. Ovde se humanost pojavljuje kao odluka ljudi da u granicama onog što žele da postignu i datih objektivnih ograničenja odrede intezitet i uslove rada. Humanost u ovakvom konceptu više nije ono što jedan čovek drugome dozira, već ono što svi ljudi shvataju kao moguće u datim od strane prirode namenutim ograničenjima. Tako humanizacija odnosa omogućuje humanizaciju rada u okviru nužnosti spoznate od strane radnika.

5. REFERENCE

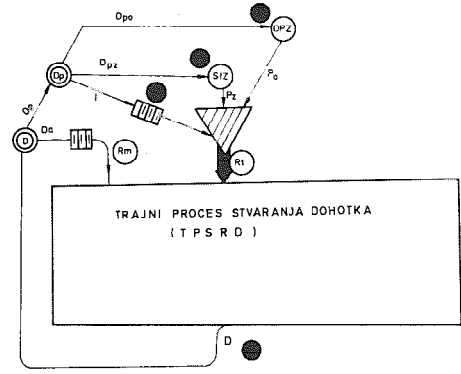
1. Zakon o udruženom radu,
2. Ustav SFRJ,
3. P. Jovanović: "Upravljanje razvojem OUR", Privredna štampa, Beograd, 1977.
4. R. Stojanović: "Planiranje u samoupravnom društvu", Savremena administracija, Beograd, 1976.

KORIŠĆENJE OZNAKA NA SLIKAMA

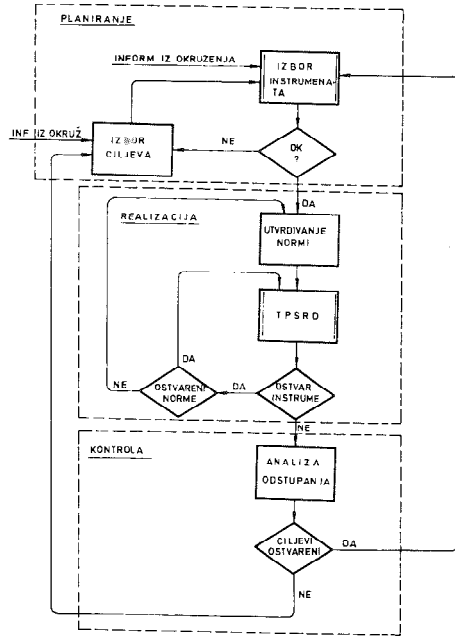
D - Dohodak
Da - Deo dohodka namenjen za amortizaciju
Dp - Deo dohodka namenjen za potrošnju
Dp1 - Deo dohodka namenjen za ličnu potrošnju
Dpo - Deo dohodka namenjen za opštu potrošnju
Dpz - Deo dohodka namenjen za zajedničku potrošnju
DN - Datoteka normativa
DO - Datoteka ograničenja
DPZ - Društveno-politička zajednica
M - Predmet rada
MD - Matična datoteka
Or - Orudja za rad
P - Proizvod
Pt - Lična potrošnja
Po - Opšta potrošnja
Pz - Zajednička potrošnja
PR - Datoteka postupaka rada
Rt - Tekući rad
Rm - Minimalni rad
RM - Datoteka radno mesto
SD - Strukturna datoteka proizvoda
SIZ - Samoupravna interesna zajednica
SR - Datoteka sredstava - ograničenje finan.
Tp - Troškovi poslovanja
Tam - Troškovi amortizacije
Tma - Materijalni troškovi
TPSRD - Trajni proces stvaranja dohodka
Up - Ukupan prihod
UR - Datoteka o udruženim radnicima



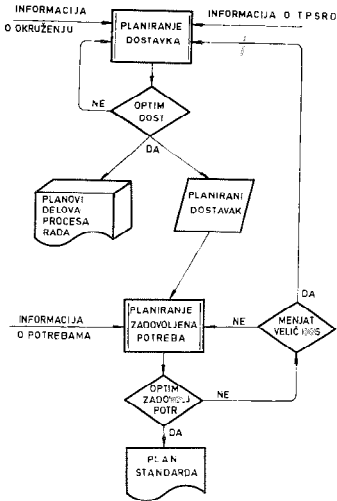
SI 1



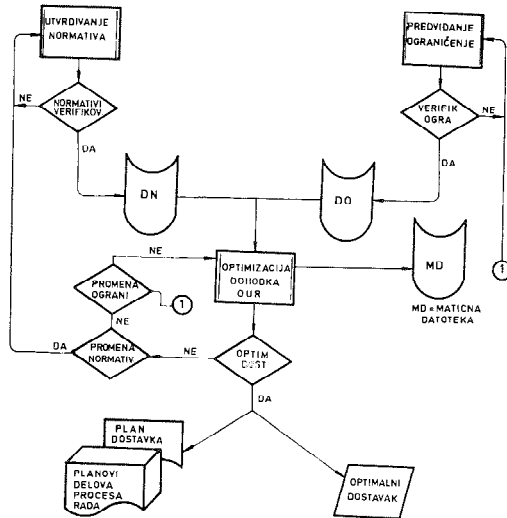
SI 2



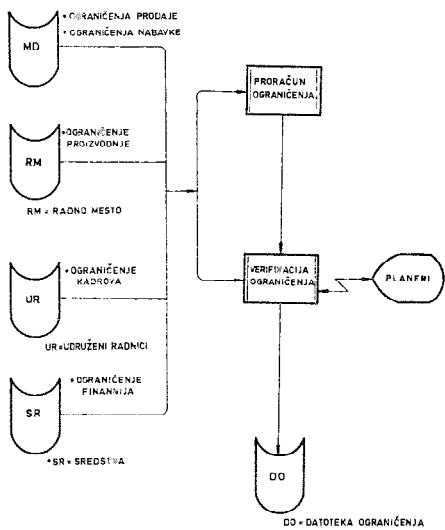
SI 3



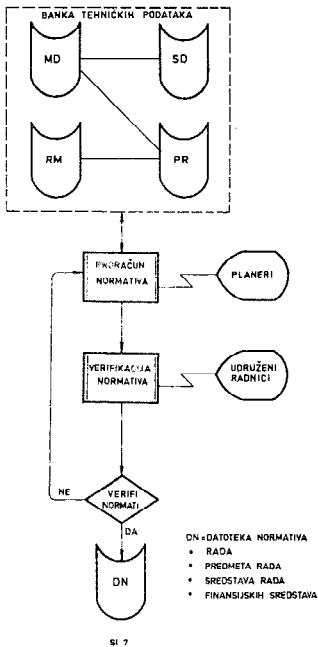
SI 4



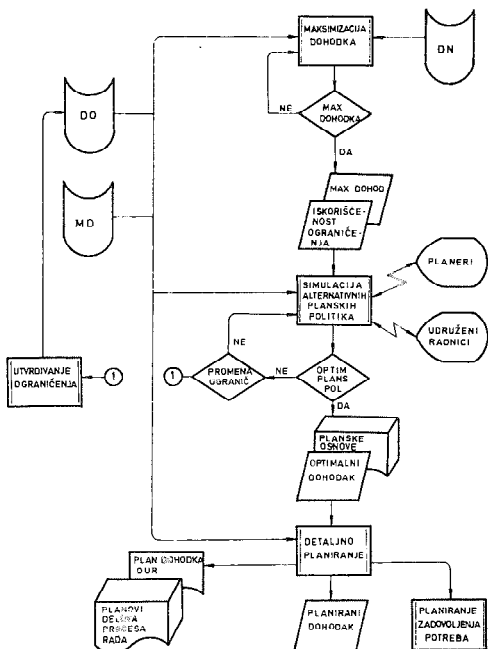
SI 5



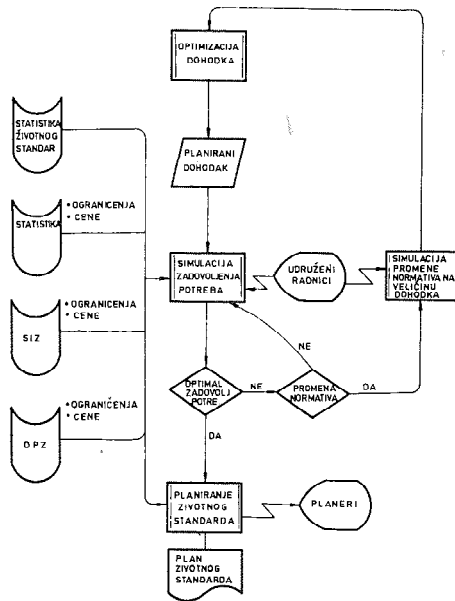
SI 6



SI 7



SI 8



SI 9

MODEL ISTRAŽIVANJA NIVOA TEHNOLOGIJE
PROIZVODNJE U METALNOJ INDUSTRIJI

MILAN JURKOVIĆ, STEVAN ŽIVANOVIĆ, SLAVKO ZRNIĆ

Mašinski fakultet Univerziteta "Djuro Pucar Stari"
u Banjaluci

U radu je na nov i originalan način razmatran model istraživanja nivoa tehnologije proizvodnje pri čemu je tehnologija proizvodnje posmatrana kroz: tehnologiju pripreme proizvodnje, tehnologiju obrade, tehnologiju unutrašnjeg transporta i tehnologiju montaže. Uzimajući u obzir deset uticajnih elemenata analitičko-iskustvenom metodom određen je parcijalni i zbirni nivo tehnologije.

1. UVOD

Kada se govori o poslovnim rezultatima u organizacijama metalne industrije uvijek se posredno ili neposredno misli, pored ostalog i na nivo tehnologije proizvodnje. Ako su ostvareni dobri poslovni rezultati tada se obično govori o dosta visokom nivou tehnologije, odnosno ako su ti rezultati ne zadovoljavajući tada se kao razlog spominje i dosta nizak nivo tehnologije proizvodnje. Ovakve ocjene obično su aproksimativne, tako da vrlo često ni približno ne odražavaju stvarni nivo tehnologije. Nivo tehnologije proizvodnje u jednoj proizvodnoj organizaciji je jedan od osnovnih temelja dobrih tehnoekonomskih rezultata, ali ne i jedini. Zapravo, ukoliko je nivo tehnologije dosta visok to još uvijek ne znači da će biti i dobri rezultati poslovanja, jer za takav rezultat treba imati i adekvatnu organizaciju proizvodnje, realno vrednovanje rada i rezultata rada itd., odnosno ukoliko je nizak nivo tehnologije tada sve ostale raspoložive metode su realno nedovoljne da obezbijede povoljan krajnji rezultat.

Radi svega toga treba poznavati nivo tehnologije kako bi pri ocjeni krajnjeg rezultata poslovanja mogli utvrditi stvarni uticaj pojedinih organizaciono - tehnoloških faktora na tako ostvareni poslovni rezultat. Isto tako da bi mogli pratiti razvoj tehnologije neophodno je poznavati nivo postojeće i novo-projektovane tehnologije, kako bi u svakom razvojnem interv-

alu vremena znali gdje se nalazimo na ljestvici svjetske tehnologije i šta nam valja činiti da taj željeni svjetski nivo dostignemo.

2. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE I PODTEHNOLOGIJE

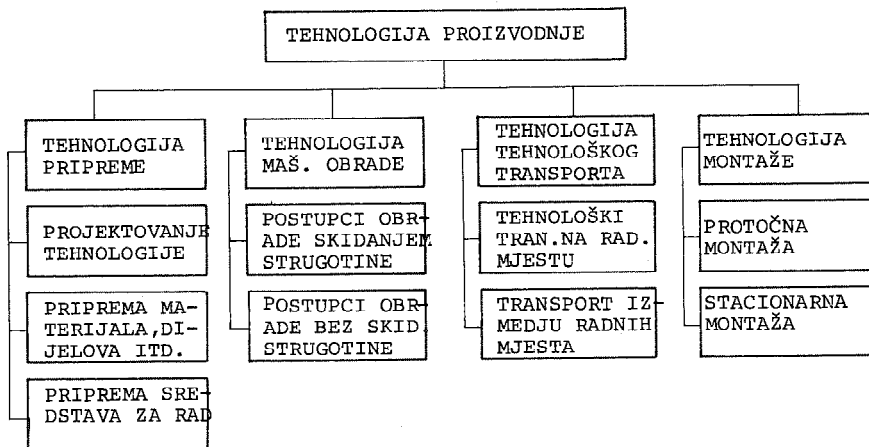
Pri određivanju nivoa tehnologije proizvodnje u ovom radu pošlo se od toga da se tehnologija proizvodnje (slika 1) sastoji iz: tehnologije pripreme, tehnologije mašinske obrade, tehnologije unutrašnjeg transporta i tehnologije montaže.

Dakle, radi se o kompleksnom prilazu problemu određivanja nivoa tehnologije budući da se u praksi vrlo često tehnologija proizvodnje posmatra kroz tehnologiju obrade, što dovodi do ne-realnih zaključaka o nivou postojeće tehnologije.

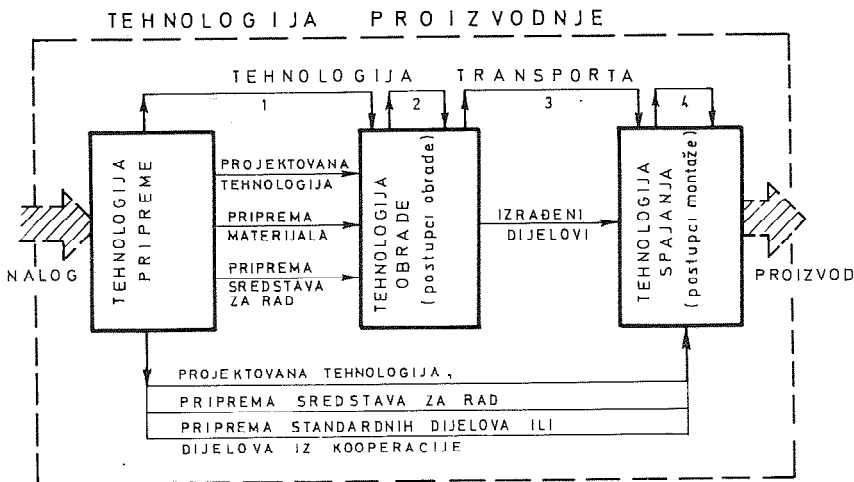
Prema tome tehnologija proizvodnje (slika 2) obuhvata sve tehnologije od pripreme i projektovanja do konačne izrade, odnosno montaže proizvoda.

3. ELEMENTI KOJI DETERMINIŠU NIVO TEHNOLOGIJE

Uticajni elementi koji egzaktnije određuju nivo tehnologije (slika 3) [1] su:

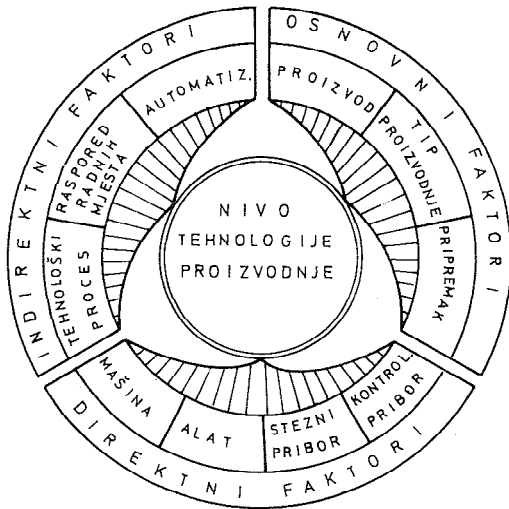


Slika 1.



Slika 2. Tehnologija proizvodnje i podtehnologije

- tehničko-tehnološki nivo proizvoda (N_P)
 - tehnološki nivo proizvodnje (N_T)
 - tehnološki nivo polaznog oblika materijala (N_O)
 - projektovani nivo tehnološkog procesa (N_{Pr})
 - tehnološki nivo rasporeda radnih mjesta (N_R)
 - tehnološki nivo automatizacije između radnih mjesta (N_A)
 - tehničko - tehnološki nivo mašina i postrojenja (N_M)
 - tehničko-tehnološki nivo alata (N_a)
 - tehničko-tehnološki nivo steznih i drugih pribora (N_{sp})
 - tehničko-tehnološki nivo kontrolnih pribora (N_{kp})
4. ANALITIČKO-ISKUSTVENI MODEL ODREĐIVANJA NIVOA TEHNOLOGIJE
- Na bazi prikazanih uticajnih elemenata nivo tehnologije proizvodnje može se prikazati u implicitnom obliku:



Slika 3. Elementi nivoa tehnologije proizvodnje

$$N_T = f(N_P, N_T, N_O, N_{Pr}, N_R, N_A, N_M, N_a, N_{Sp}, N_{Kp}) \quad (1)$$

4.1. Tehničko-tehnološki nivo proizvoda (N_P)

Kod određivanja tehničko-tehnološkog nivoa proizvoda (N_i) treba imati u vidu:

- tačnost dimenzija, kvalitet površine predmeta obrade, namjenu, karakteristike, pouzdanost, trajnost, udobnost i estetiku proizvoda,
- složenost obrade koja se može odrediti po jednakosti [2]

$$C_s = \frac{1}{\eta} \left(1 + \frac{1,8}{2 - \eta_a} \frac{t_p}{t_t} \right) \quad (2)$$

gdje je: η - stepen iskorištenja materijala, η_a - stepen automatizacije, t - pomoćno vrijeme obrade, t_t - tehnološko vrijeme obrade.

- tehnoložnost proizvoda i pokazatelj tehnoložnosti [3]

$$K_p = \frac{n_p}{n}; K_s = \frac{n_s}{n}; K_u = \frac{n_u}{n}; \dots K_{um} = \frac{t_{mon}}{t_u} \text{ itd.} \quad (3)$$

gdje je: $K_p, K_s, K_u, K_{um}, n_p, n_s, n_u, n, t_{mon}, t_u$ - pokazatelj ponavljanja, standardizacije, unifikacije, učešća montažnih radova, broj dijelova ponovljenih u konstrukciji, standardnih, unificiranih, ukupan broj, vrijeme montažnih operacija, ukupno vrijeme izrade.

Tehničko-tehnološki nivo proizvoda koji se odnosi na pojedine tehnologije (d-deformisanje, s-struganje, itd) je:

$$N_{Pd} = \frac{\sum_{i=1}^k N_i n_{di}}{\sum_{i=1}^k n_{di}}; N_{Ps} = \frac{\sum_{i=1}^k N_i n_{si}}{\sum_{i=1}^k n_{si}}; \text{ itd.} \quad (4)$$

gdje je: $i = 1, 2 \dots k$ - broj proizvoda u proizvodnom programu ili broj dijelova u jednom složenom proizvodu, $1 \leq N_i \leq 100$ - sveukupni tehničko-tehnološki nivo i -tog proizvoda, $0 \leq n_i \leq 1$ - faktor geometrijskog intenziteta učešća tehnologija obrade i -tog proizvoda (deformisanje, struganje itd) u ukupnoj tehnologiji obrade (montaže).

Za jedan proizvod treba biti zadovoljen uslov:

$$n_{di} + n_{si} + n_{zi} + \dots = 1 \quad (5)$$

Ukupni tehničko-tehnološki nivo proizvoda je:

$$N_P = \frac{\sum_{i=1}^k N_i n_{di} + \sum_{i=1}^k N_i n_{si} + \dots}{\sum_{i=1}^k n_{di} + \sum_{i=1}^k n_{si} + \dots} \quad (6)$$

4.2. Tehnološki nivo proizvodnje (N_T)

Da bi odredili tehnološki nivo proizvodnje (N_i) treba poznavati tip proizvodnje [4]:

$$K_{ser} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{ii}}{R} \geq 1 \quad (7)$$

gdje je: t_{ii} - vrijeme i -te operacije obrade, R - ritam (takt) proizvodnje

Tehnološki nivo proizvodnje za pojedine vidove tehnologija (deformisanje, struganje itd) je:

$$N_{Td} = \frac{\sum_{i=1}^k N_i v_{di}}{\sum_{i=1}^k v_{di}}; N_{Ts} = \frac{\sum_{i=1}^k N_i v_{si}}{\sum_{i=1}^k v_{si}}; \text{ itd.} \quad (8)$$

gdje je: $10 \leq N_i \leq 100$ - tehnološki nivo proizvodnje i -tog proizvoda, $0 \leq v_i \leq 1$ - faktor vremenskog učešća tehnologije obrade i -tog proizvoda (deformisanje, struganje itd) u ukupnoj tehnologiji obrade (montaže).

Ukupni tehnološki nivo proizvodnje uzimajući u obzir sve tipove proizvodnje i vidove tehnologija je:

$$N_T = \frac{\sum_{i=1}^k N_i v_{di} + \sum_{i=1}^k N_i v_{si} + \dots}{\sum_{i=1}^k v_{di} + \sum_{i=1}^k v_{si} + \dots} \quad (9)$$

4.3. Tehnološki nivo polaznog oblika materijala (N_O)

Tehnološki nivo polaznog oblika materijala:

$$N_i \approx \frac{N_i' + N_i'' + N_i'''}{3} \quad (10)$$

gdje je: N_1' - faktor uvođenja materijala ($N_1'=100$, za kontinuirano uvođenje, $N_1'=20$ za ručno uvođenje i stezanje), N_1'' - faktor iskorištenja materijala ($N_1''=100$, za $100 \geq \eta \geq 99$, $N_1''=60$ za $85 > \eta \geq 80$), N_1''' - faktor ra-

da ($N_1''' = 100$ za $\frac{R_s}{R_p} \ll 1$, odnosno $N_1''' = 20$ za $\frac{R_s}{R_p} \gg 1$)

gdje je: η - stepen iskorištenja materijala, a $\frac{R_s}{R_p}$ odnos utrošenog rada sekundarnih i primarnih postupaka obrade.

Na osnovu navedenih pokazatelja određi se tehnološki nivo polaznog oblika materijala za određeni vid tehnologije, pri čemu se koriste jednakost (8), odnosno za ukupni tehnološki nivo jednakost (9).

4.4. Projektovani nivo tehnološkog procesa (N_{pr})

Nivo projektovanog tehnološkog procesa N_{pr} , N_{pr} , itd. odnosno N_{pr} određi se po jednakostima (8) i (9), s tim da se (N_i) određi u funkciji stepena razrade tehnološkog procesa, tako napr. $N_i=20$ za individualne tehnološke procese, odnosno $N_i=100$ za proces kod koga je izvršena diferencijacija - koncentracija zahvata, optimiziran postupak, režim i vrijeme obrade i izvršena sinhronizacija vremena obrade.

4.5. Tehnološki nivo rasporeda radnih mjesta (N_R)

Tehnološki nivo rasporeda radnih mjesta (N_i) određuje se na bazi stvarnih (T^s) i minimalnih troškova transporta T^s između radnih mjesta:

$$T_m = \sum_i \sum_j I_{ij} S_{ij} T_{ij} \quad (11)$$

gdje je: I_{ij} - intenzitet transporta između i-tog i j-tog radnog mjesta, S_{ij} - put transporta između i-tog i j-tog radnog mjesta, T_{ij} - jedinični troškovi transporta između i-tog i j-tog radnog mjesta.

Tako, napr. za $T_s = T_m, N_i = 100$, odnosno za $T_s = 1,5 T_m, N_i = 50$ itd.

Zatim se proračuna tehnološki nivo rasporeda radnih mjesta N_{rd}, N_{rs} itd.

u funkciji određene tehnologije obrade po jednakosti (8) i (9) odnosno ukupni tehnološki nivo N_R po jednakosti (9).

4.6. Tehnološki nivo automatizacije (N_A)

U jednom proizvodnom kompleksu moguće je izračunati tehnološki nivo automatizacije za određeni vid tehnologije:

$$N_{Ad} = \frac{\sum_i^k a_i n_{di}}{\sum_i^k n_{di}}; \quad N_{As} = \frac{\sum_i^k a_i n_{si}}{\sum_i^k n_{si}}; \text{ itd. } (12)$$

gdje je:

$0 \leq a \leq 100$ - stepen automatizacije ($a = 0$ za neautomatizirani, odnosno $a = 100$ za totalno automatizirani tehnološki proces).

4.7. Tehničko-tehnološki nivo mašina (N_M) alata (N_a), steznih pribora (N_{sp}) i kontrolnih pribora (N_{kp}) za određeni vid tehnologije je:

$$N_{xy} = \frac{\sum_i^k N_{yi} n_{yi}}{\sum_i^k n_{yi}} \quad (13)$$

gdje je:

$y = d, s, z \dots$ vid tehnologije obrade deformisanjem, struganjem, zavarivanjem itd, $i = 1, 2, \dots, k$ - broj grupa istorodnih mašina, alata, steznih ili kontrolnih pribora, $x = M, a, sp, kp$ - tehničko - tehnološki nivo mašina, alata, steznih pribora i kontrolnih pribora.

Tehničko-tehnološki nivo pojedinih grupa mašina, alata i pribora određuje se na bazi usvojenih kriterija datih u radu [1].

Ukupni tehničko-tehnološki nivo

$$N_x = \frac{\sum_i^k N_{di} n_{di} + \sum_i^k N_{si} n_{si} + \dots}{\sum_i^k n_{di} + \sum_i^k n_{si} + \dots} \quad (14)$$

4.8. Parcijalni nivo tehnologije

Nivo tehnologije pojedinih obrada kao što su: deformisanje, struganje, zavarivanje, termička obrada, površinska obrada, livenje, montaža itd. može se odrediti po jednakosti:

$$N_{ty} = \frac{\sum_i^{10} N_{zy} k_{zy}}{\sum_i^{10} k_{zy}} \quad (15)$$

gdje je:

z=P,T,O,Pr,R,A,M,a,sp,kp (oznaka uticajnih elemenata), k_{zy} - intenzitet uticaja pojedinih uticajnih elemenata na parcijalni nivo tehnologije koji se iskustveno određuje za svaku primijenjenu tehnologiju, s tim ako neki od uticajnih elemenata nema apsolutno nikakvog uticaja na dotični parcijalni nivo tehnologije, tada je $k_{zy} = 0$ ili $0 \leq k_{zy} \leq 1$, odnosno $\sum_{zy} k_{zy} = 1$.

4.9. Zbirni nivo tehnologije

Zbirni nivo tehnologije proizvodnje odnosi se na tehnologiju proizvodnje jednog proizvodnog kompleksa, što znači da pri proračunu treba uzeti u obzir sve parcijalne nivoe tehnologije koji postoje u datom procesu proizvodnje, te je:

$$N_T = \frac{\sum_{y=1}^r N_{ty} \cdot v_y}{\sum_{y=1}^r v_y} \quad (16)$$

v_y - intenzitet učešća parcijalnih tehnologija u ukupnoj tehnologiji proizvodnje ($0 \leq v_y \leq 1$), odnosno

$$\sum_{y=1}^r v_y = 1.$$

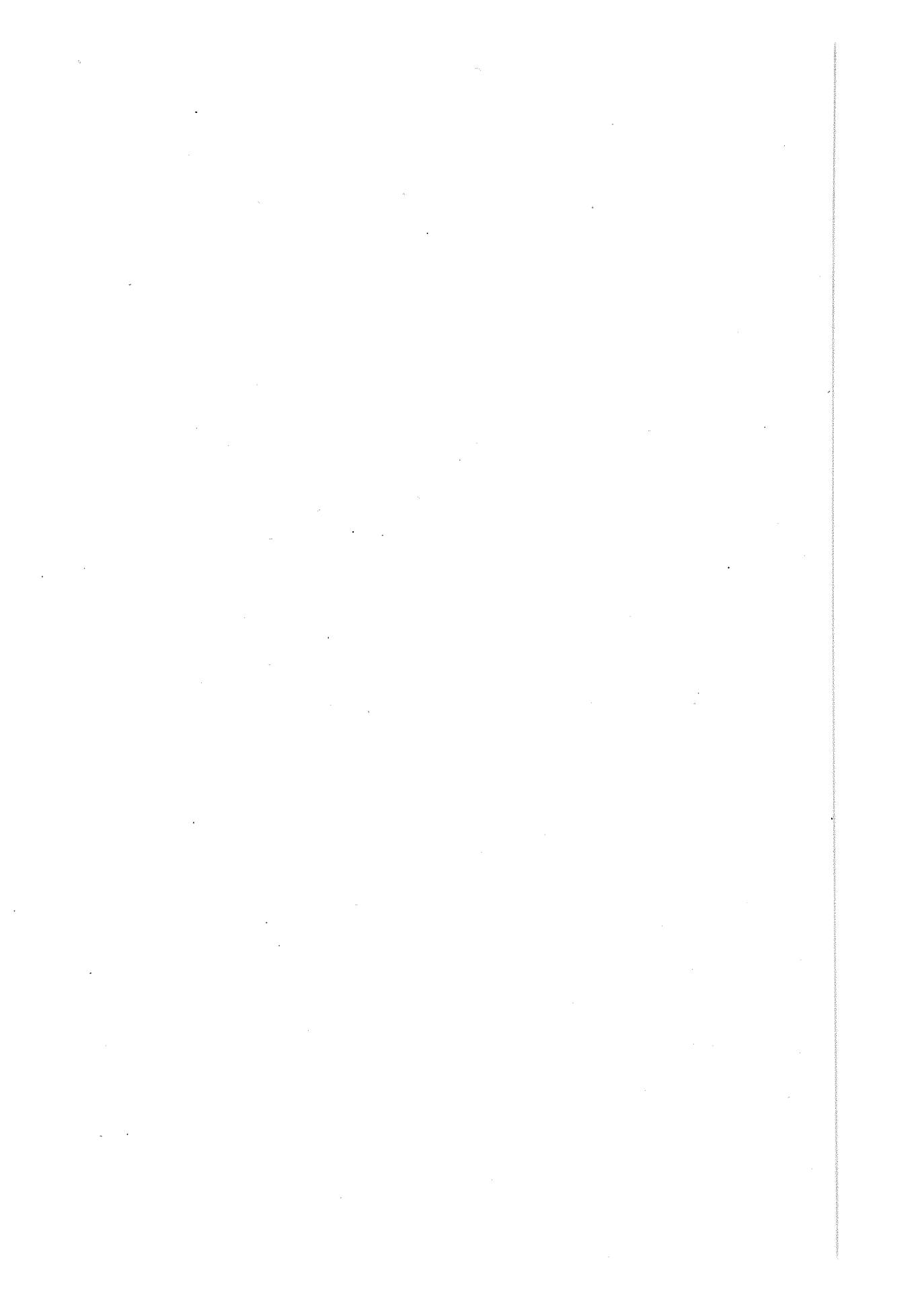
r - ukupan broj primijenjenih parcijalnih tehnologija.

5. ZAKLJUČAK

Prikazani model određivanja nivoa tehnologije proizvodnje prvi put je primijenjen u radu 1, gdje je u razmatranom uzorku uzeto deset proizvodnih organizacija metalne industrije. Proračunati nivo tehnologije bio je $N_t=46,7$, na što je posebno intenzivno uticao tehnološki tip proizvodnje koji je limitirajući faktor primjene savremenog projektovanja tehnološkog procesa, savremene automatizacije i modernih sredstava za rad. Prema tome predloženi model omogućuje da se nivo tehnologije ubuduće daleko egzaktnije iskazuje nego je to bio slučaj do sada.

LITERATURA

1. Otašević V., Jurković M., Živanović S, i dr., 1980. Nivo tehnologije i organizacije proizvodnje u metalo-prerađivačkoj industriji Bosanske krajine, Banjaluka, Mašinski fakultet.
2. Stanković P., 1968. Mašine alatke, Beograd, IP Gradjevinska knjiga.
3. Jurković M., 1980. Tehnološki procesi, Banjaluka, Mašinski fakultet.
4. Zelenović D., 1973. Proizvodni sistemi, Beograd, Naučna knjiga.



AUTONOMNA RADNA GRUPA KAO OSNOVNA
ČELIJA SAMOUPRAVLJANJA

ZDRAVKO KALTNEKAR

Univerza v Mariboru
Visoka šola za organizacijo dela Kranj

Veću demokratizaciju radnog života moguće je postići na vrlo različite načine. U osnovu ipak zapažamo dva pravca: učešće radnika u upravljanju te obogaćivanje rada i radnog područja. Ta dva pravca su, bez sumnje, među sobom povezani i upravo ta povezanost je predmet ovog referata. Prikazati želi oblikovanje autonomnih radnih grupa u našem samoupravnom sistemu. Takvu grupu obrađuje kao jednu od mogućih samoupravnih ćelija, koja bi trebala skratiti rastojanje između radnika i upravljanja.

0. UVOD

Otuđivanje je, bez sumnje, jedan od najvećih problema savremenog društva. O brojnim uzrocima otuđivanja ovde nećemo raspravljati, već nas interesuje, pre svega, glavni uzrok za tu pojavu: otuđivanje rada. Naime, čovekovo životno i radno područje su snažno povezani. Prvo je rad ono, što stvara materijalne pa i nematerijalne uslove za zadovoljavanje čovekovih potreba. Čoveku rad daje i mogućnost da razvija svoje kreativne sposobnosti i da se stvaralački afirmiše, potvrđuje. Životno i radno područje povezani su i emotivno. Prema tome, otuđivanje rada je ujedno i otuđivanje čovekovog stvaralačkog života a time utječe i na ostale oblasti njegovog života i delovanja. Time što otuđuje najznačajniji deo njegovog delovanja - rezultate rada, otuđuje i čoveka od samoga sebe.

Otuđivanje rada i radnika u samom procesu i van njega odražava se i u mnogim reakcijama, koje je moguće i meriti. Simptomi alienacije su, pre svega povećanje izostanaka, veća fluktuacija, lošiji kvalitet proizvoda i kao krajnost čak sabotaza. Naravno, svaka od tih pojava utječe i na ekonomski rezultat procesa.

Vreme i prostor ne dopuštaju nam detaljnije se pozabaviti tim problemom i dati tačne podatke. I absentizam i fluktuaciju puno su merili i pratili te utvrdili, da se u

razvijenom svetu obe dve kategorije jako povećavaju. Kod nas one se već godinama bitno ne menjaju. Ako se pitamo za uzroke razlika između stanja kod nas i u razvijenim zemljama, mogli bismo ih grubo spojiti u dve grupe:

- manja tehnična razvijenost procesa kod nas, manja podela rada, slabija radna disciplina i zato manji pritisak procesa na radnika, te
- pre svega samoupravljanje radnim procesima i rezultatima rada, a time ujedno manja otuđenost u proizvodnom procesu i malo otuđivanja proizvodnog rezultata.

Možemo dakle zaključiti da porast absentizma i fluktuacije proizlazi iz tehnološkog područja i predstavlja neku vrstu indikatora kvalitete radnog života te izazov, koji traži promenu krutih radnih uslova. Ta promena može se provesti između ostalog i menjanjem organizacijskih struktura i procesa.

Oblici demokratizacije i humanizacije života na radu su vrlo različiti i daju veće ili manje mogućnosti za faktičko uključivanje radnika u sveukupna zbivanja. U osnovi i vrlo uprošćeno, uočavamo, ipak, dva pravca nastojanja (koji se, naravno, nužno među sobom uslovljavaju) i to:

- učešće radnika u upravljanju i
- obogaćivanje rada i radnog delokruga.

Kao što je već rečeno, ova dva osnovna pravca su među sobom povezani i međusobno se dopunjuju. U nastavku pozabavićemo se upravo s tom međusobnom povezanošću. Pokušaćemo potražiti i mogućnosti za međusobno nadopunjavanje.

1. ORGANIZACIJA AUTONOMNIH RADNIH GRUPA KAO POSEBAN OBLIK DEMOKRATIZACIJE RADNOG ŽIVOTA

U biti novih organizacijskih metoda radi se o širenju i obogaćivanju radnih zadataka. Stvoriti želimo takvu organizaciju rada, radne situacije i uveta koji će:

- pri zadržanju ili čak povećanju efikasnosti
- omogućiti usklađenost između sadržaja rada i sposobnosti i težnji pojedinih radnika.

Pri tome ne bi smelo biti važno, postićemo li to podelom ili proširenjem rada, većom ili manjom definiranom radnog zadatka, dakle već poznatim načinom usitnjavanja radnog zadatka ili principima proširenja radnog zadatka i obogaćivanja rada, koji se sve više afirmiraju. Različiti su pristupi i postupci strukturiranja rada tako u praksi kao i u teoriji.

Ipak se, sistematizirano, ispoljavaju četiri glavna pravca u organizaciji neposrednog rada i radnog područja:

- zamena posla (job rotation),
 - širenje radnih zadataka (job enlargement),
 - obogaćivanje posla (job enrichment)
- i
- grupna autonomija.

Ne možemo govoriti o svim tim oblicima, pa ćemo se zadržati samo kot poslednjeg.

Obrazovanje autonomnih radnih grupa znači kvalitativno širenje delokruga rada. Grupa preuzima širi zadatak za određeno razdoblje, uključno sa delimičnim planiranjem i kontrolom. Tim zadatkom je definisano područje rada cele grupe, ali nisu unapred, "spolja" određena područja rada pojedinih radnika. Grupa čini autonomno područje i sama raspoređuje zadatke na pojedine saradnike. Teorijski, dakle, svaki član grupe samostalno bira svoj posao unutar izvesnog šireg zadatka. Faktički je taj izbor, ipak, ograničen zbog različite osposobljenosti za pojedine poslove. Ograničava ga i potreba dogovora sa ostalim saradnicima u grupi. Dakle, odluke koje se donose u grupi su multipersonalne, zahtevaju stalno dogovaranje članova

grupa. Grupa bira i svog šefa koji deluje kao koordinator unutar same grupe i u njenim odnosima prema vani.

Obrazovanje takvih grupa može biti vrlo različito. Područje rada uobičajenih radionica ili pojedinih tekućih linija na osnovu različitih kriterijuma treba razvrstati na manje jedinice koje mogu da čine zaokruženu celinu. Najčešće se za obrazovanje grupe primenjuju tehnološki kriterijumi i grupe se formiraju prema izvesnom zaključenom delu proizvodnog procesa odnosno proizvoda, sklopu ili delu proizvoda. Na taj se način omogućuju i utvrđivanje rezultata rada grupe.

Može biti različita i optimalna veličina grupe. Zavisi od tehnoloških karakteristika radnog procesa, složenosti pojedinih zadataka kao i od kvaliteta pojedinih radnika. Ne sme da bude prevelika, jer se u tom slučaju gubi mogućnost za uspešno komuniciranje i odlučivanje unutar grupe. A suviše mala grupa ima za posledicu suviše cepanje zajedničkog zadatka i faktički onemogućuje pravi grupni rad. U literaturi se najčešće navodi da bi takve autonomne grupe trebalo da imaju četiri do deset radnika. O načinu obrazovanja autonomnih radnih grupa u našim uslovima, biće reči u produžetku.

O autonomnim radnim grupama i njihovoj organizaciji piše se uglavnom samo u vezi sa tekućim trakama i ukidanjem monotonije u vezi sa repetitivnim radom na njima. Dakle njihovo obrazovanje obrađeno je samo u proizvodnoj sferi. Time su autonomne radne grupe shvaćene dosta preusko. Premalo razmišljamo o organizaciji takvih grupa i u drugim sferama, tako u drugim uslovima same proizvodnje, u neindustrijskim granama privrede, kao i u neproizvodnoj sferi. O tome u literaturi nisam našao zabeleški.

I u neproizvodnim delatnostima postoje uslovi pa i potreba za promenom organizacije. Rad može i tu biti vrlo monoton i može voditi ka alienaciji. Takvih poslova ima naročito u administrativnoj sferi mnogo. Još izrazitija nego u proizvodnom procesu je često nepovezanost pojedinih radova i naročito pojedinih radnika na tim poslovima. Identifikaciju radnika sa poslom pa i sa njegovom radnom okolinom dosta je teško postići. Jedino što još veže ljude na mnoge jednostavne i

monotone administrativne poslove je veći socijalni status (pa time često i veći lični dohodak), koji administracija kod nas uživa u odnosu na proizvodne radove.

I pri radu u neproizvodnoj sferi potrebni su novi motivacijski elementi. Baš kod administrativnih radova je direktno utvrđivanje individualnih uspeha pojedinih radnika dosta teško, ponekad i neizvodljivo, često i neracionalno. Rezultati aktivnosti pokazuju se ponekad tek nakon određenog vremena, a često i ne možemo utvrditi doprinosa svakog pojedinca ka postignutom ukupnom rezultatu.

O mogućnosti učešća pojedinog radnika u upravljanju njegove radne sredine i njegovog rada govorit ćemo u proleto. Na ovom mestu moramo samo spomenuti, da su najčešće neproizvodni radnici još manje uključeni u proces samoupravljanja nego radnici iz neposredne proizvodnje. Ne radi se tu o broju pretstavnik u raznim samoupravnim organima, koje je često relativno i veće nego u proizvodnih radnika. Dosta manje se obrađuje stvarna radna problematika tih delatnosti i radnici još manje nego u proizvodnji mogu uticati na oblikovanje svojih radnih zadataka.

Naravno bi autonomne radne grupe i u neproizvodnoj sferi morale biti organizirane po "tehnološkom" principu. I tu bi u takvu grupu morali povezati radnike, koji obavljaju jedan završeni deo procesa, koji npr. izvode jednu od poslovnih funkcija. Sigurno bi te grupe bile još raznovrstnije i po broju i po njihovom sadržaju nego u proizvodnji. Morat ćemo nešto pokrenuti i u neproizvodnoj sferi i na taj način približiti samoupravljanje upravljaču na jednoj i većom motivacijom postići i bolje uspehe na drugoj strani.

2. SAMOUPRAVLJANJE KAO NAJIZRAZITIJA MOGUĆNOST DEMOKRATIZACIJE RADNOG ŽIVOTA

Sigurno je potrebno nešto reći o osnovama radničkog samoupravljanja. Ne možemo očekivati, da su svim sudionicima konferencije poznata jugoslavenska iskustva. Svi su sigurno čuli za brojne oblike participacije radnika u različitim zemljama. Različiti oblici uključivanja radnika u upravljanje sigurno znače veliku demokratizaciju radnog života; smanje pritisak radnih uslova i donekle ukidaju otuđenje rada i radnika. Zbog toga se svuda u svetu,

tako u kapitalističkim i socijalističkim kao i u zemljama u razvoju, o participaciji radnika ne postavlja više pitanje "da ili ne", nego pitanje "kako?"

Društveni, ekonomski, kulturni, istorijski, politički, tehnološki i drugi uslovi su toliko različiti, da mogu biti efektivni vrlo različiti oblici. Glavni trend ide sigurno ka jačanju uloge radnika u upravljanju. Naravno ne možemo i nećemo naše oblike i naše nazore usiljavati drugima. Želimo samo, da bi različite mogućnosti upoznali i tako mogli u konkretnoj situaciji izabrati najbolje rešenje.

Jedna od mogućnosti za demokratizaciju radnog kao i celokupnog društvenog života - po našem mišljenju najrazvicitija i bar za naše uslove najsvrsishodnija - je radničko samoupravljanje. Kao samoupravljanje označavamo takav oblik odnosa, u kojem (u suprotstvu sa participacijom) radnici sami upravljaju preduzećem, bez drugih partnera.

Osnove samoupravljanja i time i osnovni smer i cilj razvoja društvenih odnosa u Jugoslaviji daje ustav. Vidimo neke njegove stavke, koje određuju i osnove samoupravnih odnosa:

- Proizvodna sredstva su uglavnom narodna svojina, to znači u vlasništvu društva kao celine i ne preduzeća, kolektiva ili države. Pravo rada sa tim sredstvima je svakome osigurano pod jednakim uslovima.
- Upravljanje sredstvima a time i radom i indirektno celim društvenim životom je osnovna funkcija vlastništva. Sa narodnom svojinom je tako povezana i vlast radnog naroda - ne vlast u ime radnog naroda. Na različite načine i u različitim oblicima izvodi narod tu vlast u samoupravno organiziranom društvu. Osnova svih odluka je kolektivno odlučivanje na osnovu dogovora između različitih interesnih grupa.
- Samoupravljanje je pravo i dužnost svih članova kolektiva, to znači svih zaposlenih u nekoj organizaciji. Kod odlučivanja su - bar u osnovi - oni ravnopravni; viši status ne sme davati i većih prava u odlučivanju.
- Radnici koji slobodno udružuju svoj lični rad sa drugima i zajedno za njima rade na proizvodnim sredstvima u društvenom vlasništvu, odlučuju o raspodeli ukupnog

ukupnog prihoda, koji je tim radom stvoren - uvažavajući naravno obaveze i odgovornosti prema društvu. Radnici odlučuju o svim rezultatima svog rada, a time i o uslovima tog rada.

- Rad i radni rezultati su jedini osnov za participiranje u podeli rezultata rada celog društva. Radnici u svim sferama društvenog rada (dakle i radnici u nematerijalnoj proizvodnji) imaju ista prava.
- Radnici su pri radu sa društvenim sredstvima ujedno odgovorni i za njihovu svrshodnu upotrebu, za njihovo tekuće obnavljanje i za povećavanje njihove vrednosti.
- Takvu svoju poziciju realiziraju radnici i građani samoupravljanjem tako na području proizvodnje i rada kao i na području društveno političkih odnosa. Radni ljudi su nosioci vlasti i upravljači svih društvenih okolnosti.

Ustav daje dakle dovoljno mesta za demokratizaciju radnih odnosa i time celog društvenog života. Sa nabranjem njegovih određaba sigurno nismo hteli praviti političku propagandu i drugima nametnuti naše ideje. Kao uvek i kod nas je prakti potrebno još vremena, da bi sve teoretične stavke stvarno realizirala. Teoretično svako ima sva prava, a sigurno i dužnosti. Postavlja se pitanje, kako svaki pojedinac svoja prava i iskorištava i još više: kako on izvršava sve dužnosti, koje iz tih odnosa proizlaze.

Iz gore rečenoga sigurno možemo napraviti važan zaključak:

- Samoupravljanje je bez sumnje jedan od oblika za demokratizaciju proizvodnog rada i proizvodnih odnosa. Ono može u celini da otkloni otuđivanje rezultata proizvodnje, a u velikoj meri i otuđivanje samog rada. Učešće u upravljanju je ujedno i obogaćivanje rada i radniku omogućuje da učestvuje u odlučivanju o svom radu i da time bolje upozna je i njegov smisao.

5. AUTONOMNA RADNA GRUPA KAO SAMOUPRAVNA ČELIJA

Svaki radnik u radnom procesu ima jednaka prava na odlučivanje o samom radu, o svim događajima koji utiču na njegov rad i o raspodeli rezultata svog i celog udruženog rada. Prema tome, svaki radnik je nosilac svih samoupravnih prava. Zajedno sa svim ostalim saradnicima s kojima udružuje svoj rad, odlučuje i o celokupnom privređivanju svoje samoupravne jedinice.

Osnovna ćelija privređivanja jeste osnovna organizacija udruženog rada. Ona je i pravno lice koje stupa u različite odnose sa samim radnicima koji u njoj udružuju svoj rad kao i sa drugim osnovnim organizacijama. Kod toga može deo svojih samoupravnih i ekonomskih prava preneti i na više organizovane asocijacije ali, naravno, dobrovoljno i na osnovu međusobnog dogovora.

O privređivanju u osnovnoj organizaciji udruženog rada odlučuju radnici koji u njoj udružuju svoj rad. Na različite načine, neposredno ili posredno, radnici upravljaju društvenom imovinom koju im je društvo dalo na upravljanje, samim radom i rezultatima rada. Osnovne organizacije udruženog rada omogućile su približavanje upravljanja radniku kao osnovnom nosiocu samoupravnih prava. Rezultati toga neposredno se ogledaju u povećanoj odgovornosti prema radnim obavezama i većem interesovanju radnika za rad i privređivanje.

Prema tome, osnovna organizacija udruženog rada kao osnovna ekonomska ćelija, već se afirmisala. Praktična realizacija, doduše, nije uvek u skladu sa željama i zahtevima. Ponegde su obrazovali prevelike osnovne organizacije koje ne omogućuju neposrednu realizaciju samoupravnih prava radnika. S druge strane, nailazimo i na suviše male osnovne organizacije koje nemaju uslova za samostalno privređivanje i razvoj. Upravo nas ovo poslednje učvršćuje u uverenju da za privređivanje i odlučivanje o njemu manji organizacioni oblik od osnovne organizacije ne bi bio celishodan i efikasan.

Kod toga postavlja se pitanje da li je osnovna organizacija udruženog rada zaista takav organizacioni oblik koji svakom radniku stvarno omogućuje ravnopravno učešće u odlučivanju? Što je grupa veća tim više dolaze do izražaja statusne i razne druge prednosti koje omogućuju da neko drugima nametne svoja mišljenja.

Kao što smo već rekli, teško je zamisliti manju ćeliju privređivanja od osnovne organizacije udruženog rada. Ako ništa drugo, već samo utvrđivanje i iskazivanje rezultata privređivanja za tako male jedinice bilo bi neracionalno. Međutim, mnogo je odluka koje neposredno ne zadiru u privređivanje u celoj osnovnoj organizaciji, a direktno utiču na rad pojedinog radnika i njegove uže sredine. Za takve, nazovimo ih radne odluke,

često bi bila dobro došla izvesna manja samoupravna jedinica sa jasno određenim pravima. Autonomne radne grupe mogle bi biti takve samoupravne ćelije kao izvesni meću oblik između neposrednog samoupravljaća i osnovne organizacije.

Obrazovanje autonomnih radnih grupa u našim uslovima donosi sa sobom brojna pitanja koja nisu proučena i koja zahtevaju šire istraživanje. I bez empiričnih podataka pokušajmo formulisati samo nekoliko bitnih pitanja in potražiti odgovore na njih. Moguća su sledeća pitanja:

- U kojim bi oblastima rada i privređivanja bilo celishodno i racionalno obrazovati autonomne radne grupe?
- Kako takve grupe organizovati?
- Koje bi kompetencije takve grupe imale?

Kao već i pitanje tako i odgovori ne mogu biti naučno poduprti. Neki pokušaji u nas sa autonomnim radnim grupama nisu bili usmereni na traženje takvih odgovora, već su imali za cilj smanjivanje monotonije rada na tekućoj traci. To je bio i glavni motiv i razlog obrazovanja takvih grupa u tehnički razvijenim zemljama. I tamo, dakle, imaju praktična iskustva sa obrazovanjem autonomnih radnih grupa pre svega u oblasti proizvodnje. Kao što smo rekli, moguće je autonomne radne grupe organizovati i u drugim područjima rada. Možemo zaključiti da bi bilo moguće autonomne radne grupe organizovati u mnogim oblastima rada, ali, verovatno ne u svima. Besmisleno bi bilo po svaku cenu tražiti nove organizacione ili samoupravne oblike tamo gde isti ne bi bili efikasni.

Zavisno od oblasti rada i tehnologije rada, biće različita i organizacija takvih radnih grupa. Grupa treba da obavlja zaokružen i iznutra povezani deo radnog procesa. U svom slučaju, tako u proizvodnoj kao i u neproizvodnoj sferi, grupa mora imati definisani program rada koji proizlazi iz programa rada šire organizacione jedinice. Grupa mora precizno razgraničiti svoje područje rada u odnosu na druge grupe. Mora imati određenu autonomiju unutar šireg kolektiva da samostalno raspoređuje radne zadatke na saradnike, da delimično i planira i kontroliše. Zato preuzima i svu odgovornost za celinu rada i njegove rezultate. Mora sama odstranjivati manje smetnje u radnom procesu, odlučuje o premeštaju pojedinih radnika sa jednog na drugi posao, disponuje materijal i rad na pojedina radna mesta i slično. Odgovorna je i za kvalitet svojih

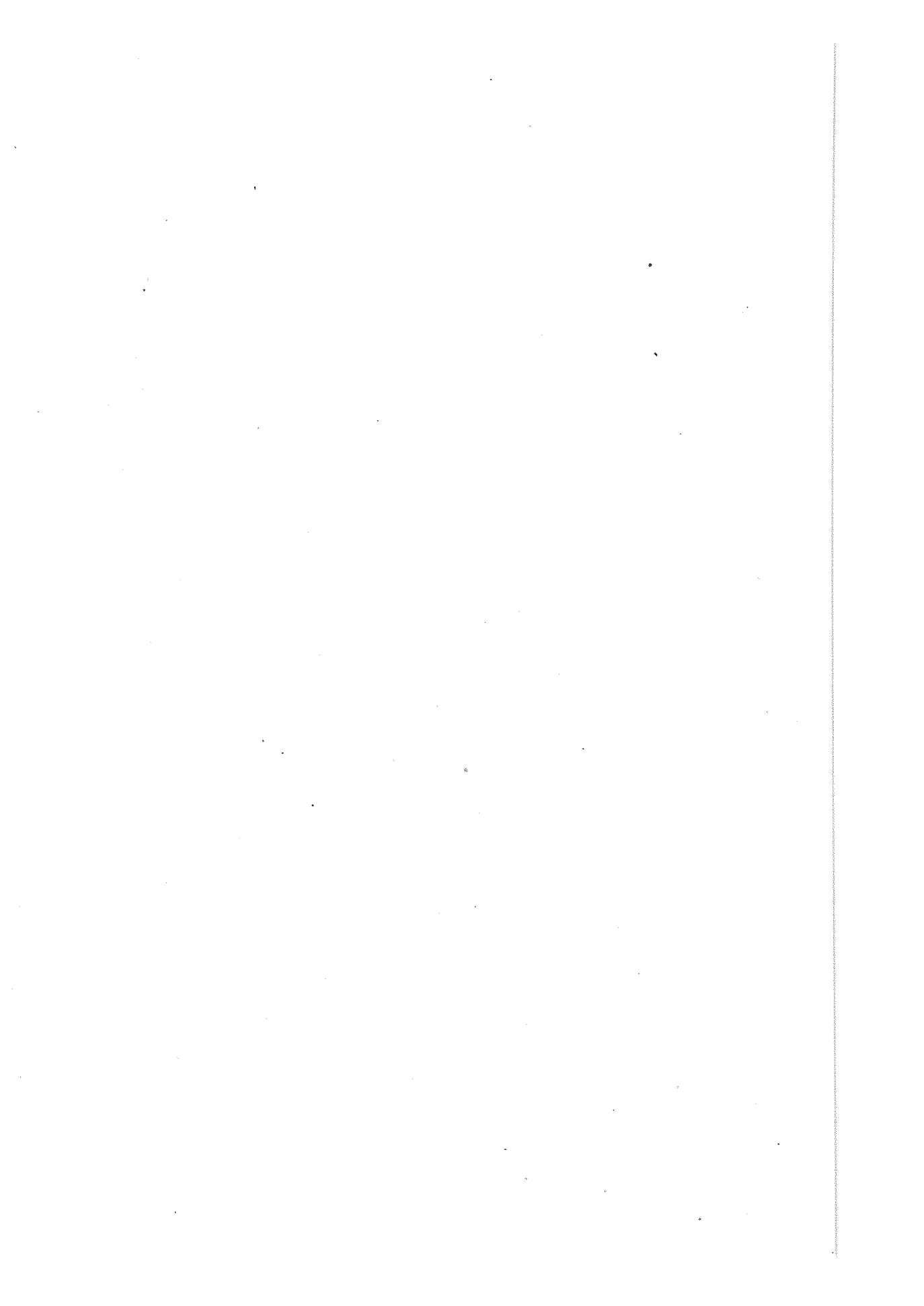
proizvoda. Shodno tome, sprovodi se i grupno nagrađivanje i time se uspostavlja zavisnost ličnih dohodaka pojedinaca od rezultata grupe.

U vezi sa organizacijom autonomnih radnih grupa već smo delimično ukazali i na njihove kompetencije. Moramo naglasiti da pod tim ne podrazumevamo stvaranje nekakvih novih ekonomskih jedinica sa celokupnim obračunom i za to potrebnim aparatom. Tako nešto bi, naravno, bilo neosnovano i neracionalno. Trebalo bi da preuzmu samo funkciju neposrednog organizovanja i raspoređivanja rada, u velikoj meri trebalo bi da utiču i na raspodelu ličnih dohodaka.

Svoje šire radne zadatke, autonomne radne grupe bi preuzimale na osnovu samoupravnog sporazumevanja sa drugim autonomnim grupama i time, u osnovi, sa širom organizacionom jedinicom: osnovnom organizacijom udruženog rada. U tom sporazumevanju će, naravno, u mnogo čemu biti ograničene, pre svega tehnologijom svog rada. Trebalo bi da samoupravni sporazum, pre svega, sadrži elemente već pomenutog programa rada: zadatak, vreme, obim, kvalitet i troškove. Na osnovu sporazumevanja radnici bi raspoređivali rad i unutar radne grupe. Taj njihov sporazum naravno, ne bi smeo biti komplikovan akt koji bi zahtevao komplikovan postupak. O svojim zadacima radnici će se najčešće dogovarati neposredno bez posebnih pisanih dokumenata. Ponovo moramo naglasiti da su u tome sporazumevanju zbog uslova rada, različite tehnologije i različite usposobljenosti, dosta ograničeni.

6. ZAKLJUČAK

Autonomne radne grupe mogle bi znatno doprineti ukidanju otuđivanja rada. Omogućile bi i približavanje upravljanja neposrednom nosiocu samoupravnih prava. Samoupravno sporazumevanje između učesnika procesa moglo bi biti znatno neposrednije, jer u manjim grupama radnici lakše komuniciraju nego u velikim organizacionim jedinicama. Naravno, potrebno je detaljnije proučiti i utvrditi koja bi prava u našim uslovima imale takve radne grupe, o čemu bi, dakle, mogle neposredno same odlučivati i kako bi trebalo uspostaviti njihov odnos prema drugim grupama. U tome mogu da nam koriste iskustva iz organizacije takvih grupa u drugim zemljama, a mnogo stvari ćemo shodno našim prilikama morati sasvim drugačije razrešavati. U svakoj radnoj organizaciji potrebno je svestrano proučiti i same oblike takvih jedinica.



UTJECAJ PRAVILA PRIORITETA NA USPJEŠNOST IZVODJENJA PROCESA PROIZVODNJE U UVJETIMA PRIMJENE KOMPJUTORSKOG POSTUPKA ZA TERMINIRANJE KAPACITETA

Dr IVO KARABAIĆ, dipl.ing.

SOUR "Prvomajska", OOUR "Istraživanje i razvoj"-Zagreb, Žitnjak bb

U članku se razmatra značaj i utjecaj pravila prioriteta u uvjetima primjene automatiziranog (kompjutorskog) postupka za terminiranje proizvodnih kapaciteta s izraženim ciljem da se istraže neka značajna pitanja iz tog područja. Prije svega intenzitet utjecaja različitih funkcija prioriteta na stupanj zakašnjenja proizvodnje, a s tim u vezi i metodološki pristup u rješavanju izbora kriterija za određivanje stupnja jakosti utjecajnih faktora.

1. UVOD

Smisao i značaj pravila prioriteta pri lansiranju radnih naloga zauzima dominantno mjesto u razmatranju funkcije terminiranja proizvodnih kapaciteta. S takvim spoznajama i uvjerenjem prišlo se razmatranju tog problema i u uvjetima automatiziranog (kompjutorskog) postupka za terminiranje kapaciteta s obzirom da je riječ najčešće o gotovim programskim rješenjima pri čemu se često, barem u našim uvjetima, pogrešno misli da je time u osnovi problem i riješen.

U takvim okolnostima inicirano je istraživanje s ciljem da se odgovori na neka značajna pitanja. Prije svega na koji se način i s kojim intenzitetom utječe na protok proizvodnje pri uvođenju karakteristika pojedinih utjecajnih faktora (parametara) pravila prioriteta, a zatim i iznalaženja metodološkog pristupa u rješavanju problematike izbora kriterija za određivanje stupnja jakosti utjecajnih faktora.

Planom istraživanja, obavljenog u jednom proizvodnom pogonu SOUR-a "Prvomajske", obuhvaćeno je niz logički uvjetovanih aktivnosti, izraženih u osnovi kroz:

- razmatranje teoretskih osnova prioriteta problema i rezultata dostupnih istraživanja,

- analizu programskog modula na osnovi netom stečenih saznanja,
- projektiranje simulacijskog modela za potrebe ispitivanja osnovne hipoteze, kojom se predpostavlja vrlo izrazite razlike u protoku proizvodnje s obzirom na stupanj jakosti utjecaja funkcija prioriteta,
- iznalaženje metodološkog postupka za ispitivanje utjecaja pojedinih veličina - parametara na osnovi kojih program određuje konačnu vrijednost prioriteta.

2. ISPITIVANJE UTJECAJA FUNKCIJA PRIORITETA S OBZIROM NA IZBOR NJIHOVIH ZAKONITOSTI

Shodno proizvodnim uvjetima ispitivane proizvodnje, kao model istraživanja poslužio je program za terminiranje kapaciteta - CLASS. Konceptijom programa predviđa se da se tek fazom implementacije programa odrede stvarni utjecaji svakog od faktora na konačnu vrijednost prioriteta.

U tom smislu priredjeno je istraživanje u kojem su ispitivani utjecaji faktora s obzirom na izbor zakonitosti njihovih funkcija. Svaki faktor tretiran je kroz tri simulacijska izvodjenja na tri nivoa, u području, či-

ji se ekstremi manifestiraju funkcijama:
 $x = 0$ i $y = 0$.

Kao kriterij za ocjenu uspješnosti pojedinih varijanata izabran je stupanj zakašnjenja, izražen parametrima: prosječnog zakašnjenja po jedinici proizvodnje (\bar{X}), rasponu zakašnjenja (R_0) i standardnoj devijaciji prosječnog zakašnjenja (σ).

2.1. Analiza rezultata

Analizom vrijednosti za \bar{x} , R_0 i σ uočavaju se osjetljive razlike dobivenih rezultata s tendencijom grupiranja u dvije skupine. Jedna skupina predstavljena je središnjim područjem (varijanta B), koje ukupno uzevši pokazuje najbolja svojstva. Sve ostale funkcije iz područja nivoa minimuma i maksimuma (varijante A i C) predstavljaju drugu skupinu s približno istim vrijednostima za \bar{x} , R_0 i σ .

Najveće razlike izražene su kroz raspon zakašnjenja R_0 te iznose čak 90 dana ili 150 %. Vrijednost standardnih devijacija prosječnog zakašnjenja također su manje kod funkcija iz područja B s maksimalno izraženom razlikom od 20 %. Razlike vrijednosti prosječnog zakašnjenja po jedinici proizvoda \bar{x} pokazuju očekivano suprotnu tendenciju i vrlo male varijacije s obzirom da prezentiraju samo oblik funkcije zakašnjenja (maks. razlika 2,7 dana ili 10 %). Konačno uzevši, vrlo osjetljive razlike u stupnju zakašnjenja ispitivanih varijanata navode na logički zaključak o ispravnosti postavljene hipoteze, kojom se tvrdi da se već samim činom promjena funkcija utjecajnih parametara vrlo izrazito utječe na stupanj zakašnjenja, a time i na proces proizvodnje u cjelini.

3. OPTIMALIZACIJA MODELA ZA PREVODJENJE FUNKCIJA UTJECAJNIH FAKTORA U VRIJEDNOSTI PRIORITETA

Nastavak istraživanja usmjeren je prema optimalizaciji modela za prevodjenje funkcija utjecajnih faktora u vrijednosti prioriteta. Polazno stajalište izraženo je pri tom kroz potrebu ispitivanja više faktora na neku pojavu i očekivano prisustvo interakcija. Na tim osnovama je s obzirom na opće za-

konitosti pokusa (mogućnost izbora dva nivoa i broj faktora) izabran metodološki pristup izražen faktorskim planom pokusa 2^3 .

3.1. Definiranje modela pokusa

Model pokusa realiziran je na osnovama prve etape istraživanja i nekim dodatnim testiranjima funkcija prioriteta. U osnovi su vrijednosti prvog, minimalnog, nivoa izražene vrijednošću funkcija na kojem je još uvijek moguće izvesti pokus ($y = 0$), dok drugi nivo predstavlja nešto modificirano srednje područje između navedenih ekstrema ($x = 0$ i $y = 0$).

3.2. Testiranje značajnosti djelovanja pojedinih efekata

Postupak testiranja značajnosti djelovanja pojedinih efekata osniva se na općim teoretskim spoznajama faktorskog planiranja pokusa uz modifikaciju varijance ostatka s kojom se izračunava vrijednost F testa za svaki efekt, s obzirom da je bilo nelogično izvesti ponavljanje pokusa. Iz tih razloga proglašeni su ostatkom pojedini efekti s manjim zbrojem kvadrata odstupanja, čime se dolazi do varijance ostatka s brojem stupnjeva slobode svih efekata, koji su u takav ostatak ušli.

3.3. Izbor kriterija

Na osnovama stupnja zakašnjenja izabran je jedinstveni kriterij K, opisan izrazom (1).

$$K = \bar{x} + R_0 \quad (1)$$

3.4. Rezultati pokusa

Ozna- ka sta- nja	Yijk	Di- vi- z o r	Efekte	Suma kvadrata odstupa- nja	F
(1)	15064	8	12783,37		
a	13737	4	-1860,25	6921060,125	1811,97
b	12242	4	-3309,75	21908890,125	5735,87
ab	9967	4	-462,75	428275,125	112,12
c	15210	4	61,75	7626,125	
ac	13742	4	59,25	7021,125	
bc	12338	4	13,75	378,125	
abc	9967	4	11,25	253,125	
				15278,5	
			Varijanca ostatka	3819,625	

$$F_{tab.} (S_{sb} = 1, S_{sn} = 4) = 7,71:F_0 \text{ za } P(F>F_0) = 0,05$$

$$= 21,2:F_0 \text{ za } P(F>F_0) = 0,01$$

3.5. Analiza rezultata

Na osnovi rezultata pokusa iznijetih u točki 3.4., moguće je iznijeti slijedeći postupak zaključivanja:

- prvi efekt po značajnosti djelovanja izražen je faktorom zakašnjenja mreža. To djelovanje je negativno i iznosi 25,9 % od veličine aritmetičke sredine svih podataka, a to je gotovo dva mjeseca proizvodnje. Negativni predznak pri tom izražava tendenciju smanjenja zakašnjenja u cjelosti.
- drugi efekt po značajnosti djelovanja izražen je faktorom reduciranja medjuoperacijskih vremena. To djelovanje je takodjer negativno i iznosi 14,55 % od veličine aritmetičke sredine svih podataka pokusa.
- treći efekt po značajnosti djelovanja izražen je interakcijom faktora zakašnjenja mreža i redukcije medjuoperacijskih vremena, to jest zajedničkim djelovanjem oba faktora. Uz negativno djelovanje, izno-

si 3,6% od aritmetičke sredine svih podataka pokusa.

- utjecaj faktora pufera mreža nije uočen pa se iz tih razloga njegovo eventualno djelovanje pripisuje slučaju.

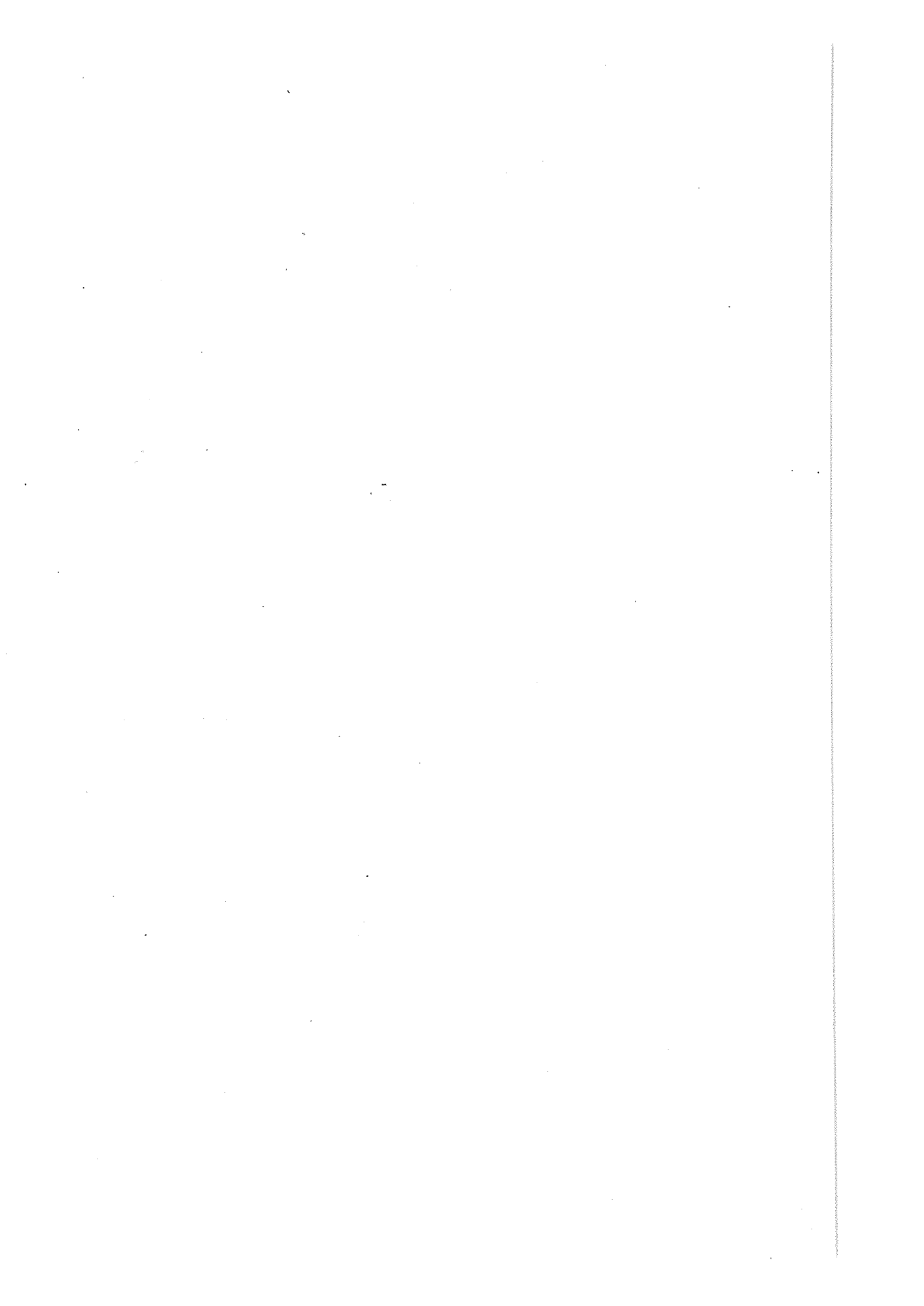
4. ZAKLJUČAK

Iznošenjem osnovnih postavki i rezultata istraživanja iznijete su ocjene koje isključuju potrebu izvodjenja zaključnog razmatranja. I upravo iz tih razloga prezentirat će se samo jedno interesantno zapažanje, vezano uz model prioriteta, koji je egzistirao prije ovog istraživanja u ispitivanoj proizvodnji.

Naime iz slike rezultata 8 izvedenih pokusa proizlazi da dosadašnji model prioriteta zauzima tek 6. mjesto, iz čega je opet moguće zaključiti da postoji još 5 boljih rješenja s vrlo naglašenim razlikama stupnja zakašnjenja procesa proizvodnje. Podatak koji, sam po sebi, dovoljno govori o koristi, kao i potrebi, izvodjenja sličnih istraživanja.

LITERATURA

1. Karabaić I., 1980., Prilog razmatranju utjecaja planskih parametara pri ocjeni uspješnosti primjene kompjutera u planiranju i terminiranju proizvodnih kapaciteta (doktorska disertacija), Beograd, Mašinski fakultet.



ORGANIZACIJSKI PRISTUP KLASIFIKACIJI U
PROIZVODNIM PROCESIMA PRERADE METALA

FRANJO KEKEZ

Projektant organizacije u Brodo-
gradjevnoj industriji "Split",
Split, Jugoslavija

U dosadašnjoj primjeni metoda klasifikacije stvoren je veći broj različitih pristupa. Analizom usporedbe zahtjeva koje predstavljaju korisnici i rješenja koje im stoje na raspolaganju može se uočiti postojanje niza nedostataka. Uspostavljanjem organizacijskog pristupa klasifikaciji, koji se temelji na svestranijem i potpunijem razmatranju potreba i mogućnosti primjene klasifikacije, moguće je veći broj postojećih nedostataka umanjiti ili potpuno ukloniti. Prikazani pristup predstavlja metodološko rješenje za sve vrste objekata klasifikacije, tipove proizvodnih procesa i razne korisnike klasifikacijskih sustava.

1. UVOD

U proizvodnim procesima prerade metala pojavljuju se različita polazna stajališta u izgradnji klasifikacijskih sustava. Najčešće se kao osnova za primjenu metoda klasifikacije koriste iskustvene preporuke. Ovako dobiveni rezultati ne mogu se prihvatiti kao kvalitetna i efikasna rješenja budući da sve više dolaze do izražaja pojave :

- suprotnih stajališta u pogledu mogućnosti i opravdanosti izgradnje univerzalnih i opće primjenjivih klasifikacijskih sustava,
- porasta razlika u pristupima projektanata klasifikacijskih sustava,
- neprikladnih klasifikacijskih sustava za primjenu (preko 30 znakova u jednoj klasifikacijskoj šifri),
- učestali izmjena klasifikacijskih sustava i rušenja njihove strukture.

Ove i niz drugih činjenica nameću potrebu da se problemima primjene metoda klasifikacije, u proizvodnim procesima prerade metala, mora pristupiti svestranije i temeljitije. Imajući u vidu navedene pojave, kao i veliko značenje organizacije u uspostavljanju i funkcioniranju proizvodnih procesa te ulogu i mogućnosti (naročito u pogledu sistematskog sredjivanja) koje u tu svrhu može pružiti primjena metoda klasifikacije, nametnula se potreba istraživanja parametara pomoću kojih bi se utvrdila opravdanost stajališta da pri utvrdjivanju klasifikacijskih sustava treba polaziti od organizacijskih osnova klasifikacije, odnosno da organizaciji, u odnosu na ostale djelatnosti u proizvodnim procesima, treba dati prednost.

2. KRATKI OSVRT NA DOSADASNJE PRISTUPE KLASIFIKACIJI

Nastojanja da se primjenom metoda klasifikacije uspostavi što više reda i sistematičnosti u dosadašnjem dinamičkom razvoju industrijske proizvodnje dobivaju, naročito pojavom suvremenih sredstava za obradu podataka, obilježje masovnosti. Ovakvo forsiranje upotrebe klasifikacije, kao i nedovoljno poznavanje njene svrhe da je ona, u prvom redu, metoda kojom se omogućava ostvarenje principa organizacije (principa rada, sistematizacije, evidencije i td.) stvorilo je velike razlike u iskazivanju klasifikacijskih šifri. Razlike do kojih je često dolazilo i još uvijek dolazi u vezi primjene klasifikacijskih sustava, u proizvodnim procesima obrade metala, nastaju zbog postojanja veće broja alternativnih rješenja koja stoje na raspolaganju projektantima, kao i zbog postavljanja različitih i nedovoljno kvalitetnih zahtjeva, kojima na projektante utječu korisnici. U tom smislu, izgrađeni su klasifikacijski sustavi koji se po načinu iskazivanja šifri, međusobno manje ili više razlikuju i to prema:

- vrstama šifarskih znakova,
- vrstama simbola u shemama klasifikacije,
- oblicima prikazivanja šifri,
- oblicima prikazivanja shema klasifikacije,
- broju znakova u kriterijima klasificiranja, odnosno u pojedinim dijelovima šifre,
- stupanju raščlanjenosti klasifikacije, odnosno broju kriterija klasificiranja,
- tennikama povezivanja pojedinih kriterija klasificiranja,

- broju znakova u klasifikacijskim sustavima, odnosno veličini šifre
- tehnika povezivanja klasifikacijskih i ostalih šifri i
- načinima međusobnog povezivanja klasifikacijskih šifri.

U istraživanju pristupa klasifikaciji¹ obuhvaćeno je :

- 712 klasifikacijskih sustava (projekti različitih objekata klasifikacije),
- 3290 kriterija klasificiranja i
- 5726 klasifikacijskih znakova.

Dobiveni rezultati, koji karakteriziraju analizirane pristupe klasifikaciji, prikazani su u slijedećoj tablici:

Tablica br.1

ANALIZIRANI PARAMETRI	REZULTAT
Postotak primjene šifarskih znakova:	
-slova	3,0 %
-brojevi	85,0 %
-kombinirano	12,0 %
Postotak primjene znakova u kriterijima klasificiranja:	
-1 znak	64,0 %
-2 znaka	26,8 %
-3 znaka	8,3 %
-4 znaka	0,9 %
Prosječan broj znakova u kriterijima klasificiranja	1,74
Prosječan broj kriterija u klasifikacijskim sustavima	4,62
Prosječan broj znakova u klasifikacijskim sustavima	8,04
Postotak zastupljenosti tehnika svrstavanja i povezivanja kriterija klasificiranja:	
- hijerarhijska tehnika	38,8 %
- neovisno nadređena tehnika	7,8 %
- kombinirana tehnika	53,4 %

¹Istraživanja su izvršena u okviru obrade teme navedene pod red.br.1.

3. ORGANIZACIJSKE OSNOVE KLASIFIKACIJE

Uspješnost organizacijskog djelovanja u ostvarivanju zadataka pojedinim područja proizvodnog procesa temelji se, pored ostalog, na primjeni metoda klasifikacije. Iz tog razloga organizacija nameće potrebu da se pri utvrđivanju klasifikacijskin sustava uzmu u obzir:

- svi značajni objekti klasifikacije,
- svi korisnici, odnosno područja primjene klasifikacije,
- sve svrhe zbog kojih se sprovodi klasifikacija predmeta i pojmova i
- svi korisni kriteriji klasificiranja.

Za ostvarenje navedenih uvjeta treba izvršiti određene predradnje i to:

- utvrditi potencijalne objekte klasifikacije (cca 15 do 20), područja (cca 15 do 20) i svrhe primjene,
- utvrditi za svaki objekt sve moguće kriterije klasificiranja,
- izvršiti vrednovanje, odnosno stupnjevanje važnosti utvrđenih kriterija klasificiranja i
- izračunati prosječne vrijednosti pojedinih objekata i kriterija klasificiranja te značenja njihove primjene u pojedinim područjima.

Da bi se moglo izvršiti vrednovanje kriterija klasificiranja potrebno je usvojiti slijedeće ocjene stupnjeva važnosti:

- 1=neophodan za primjenu, 2=značajan za primjenu, 3=prikladan za primjenu, 4=manje prikladan za primjenu i 5=neznačajan za primjenu.

Ocjenjivanje vrijednosti utvrđenih kriterija klasificiranja vrši se anketiranjem korisnika, pri čemu veću vrijednost, odnosno prioritet, treba dati kriterijima koji su povezani sa zadacima koje obavljaju ko-

risnici, zatim kriterijima koji su usmjereni na određeno područje ili svrhu primjene te kriterijima koji imaju veću ulogu u sporazumijevanju između korisnika. Na osnovi dobivenih prosječnih ocjena vrijednosti kriterija klasificiranja, a time i objekata klasifikacije, vrše se uspoređivanja pristupa klasifikaciji sa stajališta pojedinih područja njene primjene (na pr.prodaje, konstrukcije tehnologije, planiranja i dr) i stajališta organizacije čija se ukupna prosječna vrijednost kriterija temelji na zbroju slijedećih prosječnih ocjena:

- vrijednosti svih klasifikacija u pojedinim područjima proizvodnog procesa,
 - vrijednosti pojedinih klasifikacija u svim područjima proizvodnog procesa,
 - vrijednosti klasifikacija sa stajališta svrha njihove primjene,
 - vrijednosti primjene klasifikacija u pojedinim dokumentima i
 - vrijednosti primjene pojedinih klasifikacija u svim dokumentima koji se koriste u proizvodnom procesu.
- U istraživanjima (navedenim pod rednim brojem 1) dobivena je prosječna vrijednost stupnja važnosti klasifikacije za organizaciju 2,2 (što je približno ocjeni 2, tj.značajan za primjenu), a za ostala područja 2,5 do 3,4 (što se u prosjeku kreće oko ocjene 3, tj. prikladan za primjenu). Na taj način potvrđeno je stajalište po kome se kod primjene metoda klasifikacije mora pristupiti, u prvom redu sa stajališta organizacije, tj.stajališta koje uzima u obzir sve klasifikacijske sustave, svrhe primjene klasifikacije, korisnike odnosno područja primjene i kriterije klasific.

4. METODOLOGIJA UTVRĐIVANJA KLASIFIKACIJSKIH SUSTAVA

Osnovni problem kod primjene metoda klasifikacije u proizvodnim procesima prerade metala nastaje zbog potrebe da se zadovolje slijedeći zahtjevi korisnika :

- Klasifikacijske šifre treba da sadrže sve potrebne kriterije klasificiranja, tj. sve informacije o predmetima i pojmovima koje upotrebljavaju korisnici;
- Klasifikacijske šifre treba da budu što kraće (radi veće prikladnosti za primjenu);
- Klasifikacijske šifre moraju zadovoljiti potrebe svih korisnika u proizvodnom procesu.

Očito da su zahtjevi navedeni pod

- i b) međusobno kontradiktorni, dok zahtjev c) predstavlja najvažni-

ju organizacijsku osnovu klasifikacije. Za rješavanje navedenih zahtjeva pojavilo se do danas mnoštvo, više ili manje, različitih pristupa koji nisu dali očekivane rezultate. Imajući ovo u vidu, kao i dokaze o opravdanosti stava da se primjeni metoda klasifikacije mora pristupiti sa stajališta organizacij . uspostavio sam slijedeću metodologiju utvrđivanja klasifikacijskih sustava:

- Utvrđiti sve moguće kriterije klasificiranja i svrhe primjene klasifikacije (anketiranjem svih potencijalnih korisnika) ;
- Utvrđiti stupnjeve važnosti kriterija klasificiranja za pojedine korisnike (anketiranjem) ;
- Formirati matrični pregled dobivenih rezultata (vidi primjer za standardni alat u donjoj matrici).

Matrica br.1

KLASIFIKACIJA STANDARDNIH ALATA																		
Redni broj	STRUKTURA KRITE RIJA KLASIFICIRANJA	SVRHE			Ps	PODRUČ. PRIMJ. KLASIFIK.										Pp	Pu	
		1.	2.	3.		B	D	E	F	G	H	I	J	L	M			O
		STUPNJEVI VAŽNOSTI KRITERIJA KLASIFICIRANJA																
1	Vrsta alata	3	2	2	2,3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2,9	2,60
2	Grupa alata	3	2	2	2,3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	4	2,9	2,60
3	Tip alata	2	3	1	2,0	2	1	3	3	2	2	2	3	3	3	4	2,5	2,25
4	Tehničke značajke	2	3	1	2,0	2	1	3	2	2	2	1	2	4	3	3	2,3	2,15
5	Dimenzija	2	3	2	2,3	2	1	3	2	1	2	1	3	3	3	3	2,2	2,25
6	Materijal	3	3	2	2,7	3	2	3	3	2	3	3	4	4	4	3,2	2,95	
7	Kvalitet	3	3	1	2,3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2,5	2,40
8	Uvjeti isporuke	2	2	5	3,0	3	3	3	4	1	3	4	5	4	3	4	3,4	3,20
9	Režim zaliha	2	2	4	2,7	2	2	3	2	2	1	3	4	3	1	3	2,4	2,55
10	Cijena	1	3	4	2,7	3	2	3	4	1	2	3	4	1	3	4	2,7	2,70
PROSJEČNE VRIJEDNOSTI		2,32	2,62	4,42	4,4	2,8	2,1	3,2	3,1	2,9	2,2	3,5	3,3	3,7	2,7	3,6	2,7	2,55

(Značenje oznaka područja primjene klasifikacije je: B=planiranje, D=tehnologija, E=operativna priprema, F=priprema rada, G=nabava, H=skladište, I=proizvodnja i t.d.).

- Izvršiti izbor kriterija klasificiranja na osnovi dobivenih ocjena prosječnih vrijednosti stupnjeva važnosti, primjenom slijedeće

formule:

$$\bar{P}_u = \frac{\bar{P}_s + \bar{P}_p}{2} \leq 3 \quad (1)$$

- Izvršiti izbor svrha primjene klasifikacije prema prosječnoj vrijednosti stupnjeva važnosti ≤ 3 (u navedenom primjeru sve tri svrhe zadovoljavaju postavljeni uvjet)
- Izvršiti izbor stupnjeva važnosti kriterija klasificiranja (vrijednosti ocjena li2 moraju se uvijek uzimati u obzir, a ocjena 3 može se usvojiti djelomično ili potpuno;
- Utvrđiti potrebni broj znakova od-

nosno kapacitet obuhvaćanja obilježja predmeta i pojmova, za svaki usvojeni kriterij klasificiranja ;
 8) Izvršiti izbor područja primjene klasifikacije na osnovi upotrebe svrha u njima i pojav makar jedne vrijednosti bilo kojeg kriterija klasificiranja.

9) Utvrditi broj i strukturu podskupova kriterija klasificiranja za pojedine korisnike u ovisnosti od svrha njihove primjene. Primjer utvrđivanja vidi u matrici br.2.
 10) Izraditi pregled strukture klasifikacijskih podsustava za pojedine korisnike.

Matrica br.2

OPĆI KLASIFIKACIJSKI SUSTAV STANDARDNIH ALATA														
OZNAKE	KRITERIJI KLASIFICIRANJA	IZABRANE SVRHE KLASIFIK.	PRIMJENA SVRHA KLASIFIKAC.										BR. ZNAKOVA ZA KRITER.	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
			B	D	F	G	H	I	J	L	M			
			USVOJENI STUPNJEVI VAŽNOSTI KRITERIJA											
A	Vrsta alata	2	2	2								2	2	
B	Grupa alata	2	2	2								2	1	
C	Tip alata	2	1	2	1	2	2	2					1	
D	Tehn. značajke	2	1	2	1	2	2	2	1	2			2	
E	Dimenzija	2	2	2	1	2	1	2	1				2	
F	Materijal		2	2	2	2							1	
G	Kvalitet		1	2	2	2	2	2	2				1	
H	Režim zaliha	2	2	2	2	2	1					1	1	
I	Cijena	1	2	2	1	2					1		2	
Σ	UKUPNI BROJ	5	3	7	4	9	3	7	6	4	2	1	3	13
1	SVRHE	Podjela prema komercijal. i računovodstv. kriterij.		5		5	5				1	1		PROSJEK
2		Podjela prema značajkama i obiljež. infor. karakter.		3	1	1	1				-	3		
3		Podjela prema tehn.-tehnološ. značajk. i obilježj.	3	7	2	5	4	4	2	-	2			
														36

(Šrafirana polja predstavljaju podskupove kriterija klasificiranja koji zadovoljavaju uvjet da broj znakova u podsustavu bude ≤ 10).

Na osnovi dobivenih rezultata (u donjem desnom dijelu matrice), izrađuje se pregled strukture klasifikac. podsustava na slijedeći način:

Matrica br.3

Standardni alat	Područja primjene	Svrhe primjene	OZNAKE KRITERIJA KLASIFICIRANJA										Oznake podsust.	Br. znak. u podsus.	
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			K
			BROJ ZNAKOVA U KRITERIJIMA												
Standardni alat	B	3			1	2	2							401	5
		1			1	2	2			1	1			404	7
	D	2	2	1						1				405	4
		3	2	1	1	2	2	1	1					406	10

5. ZAKLJUČAK

Opisanim pristupom klasifikaciji moguće je riješiti niz problema, a naročito zahtjeve da svaki korisnik upotrebljava samo onaj dio informacija koje ga u izvršavanju određenog zadatka interesiraju.

LITERATURA

1. Kekez F., 1981, Istraživanje organizacijskih osnova klasifikacije u proizvodnim procesima prerade metala i njihovog utjecaja na utvrđivanje klasifikacijskog sustava, disertacija, Zagreb, Fakultet strojarstva i brodogradnje.



MODELIRANJE I PROGNOZIRANJE STOHAISTIČKIH PROCESA

ERNEST KOCUVAN

DS za gospodarjenje, služba APP
Železarna Ravne, Slovenija

U referatu će biti razrađena statistička analiza jednog proizvodnog procesa u svim fazama razvoja stohastičkog modela po metodi Box-Jenkins. Objasnjena će biti upotreba analiziranog stohastičkog modela, ukratko navedene mogućnosti daljne izrade boljeg modela te način primene ovog modela u kontroli procesa. Čitava analiza će biti ilustrovana sa najzanimljivim rezultatima dobijenih pomoću vlastitog programskog paketa ISAL01 instaliranog na procesnom miniračunaru PDP11/40 Železarne Ravne.

1. STOHAISTIČKI PROCES

Skoro svugdje u prirodi možemo naći mnoštvo podataka u obliku vremenskih serija, koji predstavljaju konkretnu realizaciju stohastičkog procesa. Posmatranja u takvim vremenskim serijama međusobno su ovisna i ovu zavisnost moguće je korisno upotrebiti. Pri razmatranju ovisnosti među posmatranja u vremenskoj seriji upotrebljava se skup algoritama, kojeg obično zovemo analizom vremenskih serija. U referatu ćemo detaljnije razraditi analizu u vremenskom prostoru pomoću stohastičkog (statičkog) modeliranja.

Vremenske serije predstavljaju najefikasnije nestacionarni stohastički modeli u kojima se karakteristike sistema menjaju po statističkim a ne po determinističkim zakonima. Mnoge vremenske serije takode imaju značajne sezonske ili periodične komponente. Priređivanje konkretnih stohastičkih modela podacima, koji su rezultat nekog proizvodnog procesa, označava višefaznu gradnju stohastičkog modela:

1. Identifikacija nam pokazuje grube oblike stohastičkog modela,
2. ocenjivanje parametra identificiranog modela pomoću konkretnih podataka,

3. testiranje ocenjenog modela za otkrivanje greški, modificiranje modela i ako je potrebno traženje novog boljeg modela i
4. upotreba testiranog stohastičkog modela.

Pomoću testiranog modela možemo:

1. Saznati mogo o karakteru samog proizvodnog procesa,
2. izraditi optimalne prognoze budućih vrednosti vremenske serije za kraći ili duži vremenski period,
3. studirati međusobni uticaj različitih stohastičkih modela, koji nas vodi do izrade modela prenosne funkcije i
4. upravljati proizvodni proces.

2. VODENJE ELEKTOKONIČNOG OPTEREĆENJA

Procesni računar vodi distribuiranje električke energije po pojedinim elektrolučnim rečima i kontrolu potrošnje elektroenergije u koničnim špicama (najveće opterećenje) potrošničkog sistema u Železarni Ravne [2].

Konično opterećenje je poprečna snaga (kW), postignuta u određenom vremenskom periodu. U našem primeru jest četvrtčasovnim fiksnim periodama: 4-puta svakog sata. Postižemo je u vreme vanjske energetske špice, kad važi za sve potrošače najostroži kriterij potrošnje električne energije. Tada se može upotrebiti optimiranje pomoću procesnog računara.

Elektrolučne peći rade u tehnološkim fazama različite potrošnje specifične električne energije. Za samo jednu lučnu peć, bilo bi jednostavno odrediti razmer između srednje i konične potrošnje električne energije. Ako imamo više peći, koje rade u istom potrošačkom sistemu, mogu se faze taljenja prekrivati i u određenom vremenskom trenutku preoptereti ti energetska sistem. Strogo određen vrsta red rada pojedinačnih peći nije moguće postići radi nepredvidljivih opravki, korekcija analiza i različito trajajućih tehnologija.

Radi toga optimiranje nije samo determinističan proces temveć mora biti i rezultat prosude statističkih podataka. Računarsko upravljanje snage elektrolučnih peći zauzima i vodenje samodejstvujućeg informacionog sistema, koji beleži zbijanja, sakuplja podatke i daje upozorenja (alarmni sistem). Procesni računar sve to skladišti u svoju banku podataka. Sa praćenjem proizvodnje i sakupljanjem primernih podataka, pokušali smo obuhvatiti što više nepredvidljivih događaja u određenom vremenskom periodu, ih statističko obraditi i upotrebiti.

Procesni računar uskladuje potrošnju električne energije i kontroliše maksimalno opterećenje sa isklapljanjem lučnih peći. U vreme najoštrije špice dolazi do neprestanih isključivanja i ponovnih uključivanja pojedinih lučnih peći, posebno kada je istovremeno u pogonu više peći i ako su istovremeno u fazi najveće potrošnje električne energije. To ima niz nepogodnih posledica i produživanja celog tehnološkog postupka.

Jednini način za izbegavanje tih poteškoća je u zamaknutom početku rastaljivanja uloška na pećima. Ali kako odrediti početak rastaljivanja?

U referatu bi se ograničili samo na jednu aplikaciju: vodenje početka rastapljanja u elektrolučnoj peći pomoću stohastičkog modela.

3. MODEL ARIMA

Pretpostavimo, da imamo na razpolaganju posmatranja jednog stohastičkog procesa u diskretnom ekvidistantnom vremenskom intervalu. Označimo sa Z_t posmatranje Z u trenutku t :

$$Z_t, \quad t = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

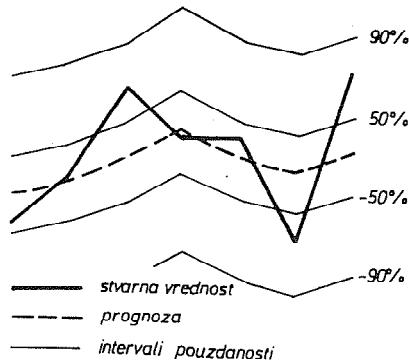
vremensku seriju, kao realizaciju uzorka beskonačne populacije svih vremenskih serija, koje generiše stohastički proces. Vremensku seriju možemo pretvoriti u matematički oblik pomoću stohastičkog modela, koji može biti stacionaran ili nestacionaran. Opću klasu svih takvih nestacionarnih modela nazivamo ARIMA (auto regressive inte grated moving average) [1]:

$$\begin{aligned} w_t - \phi_1 w_{t-1} - \phi_2 w_{t-2} - \dots - \phi_p w_{t-p} &= \theta_0 + a_t - \\ -\theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \end{aligned} \quad (2)$$

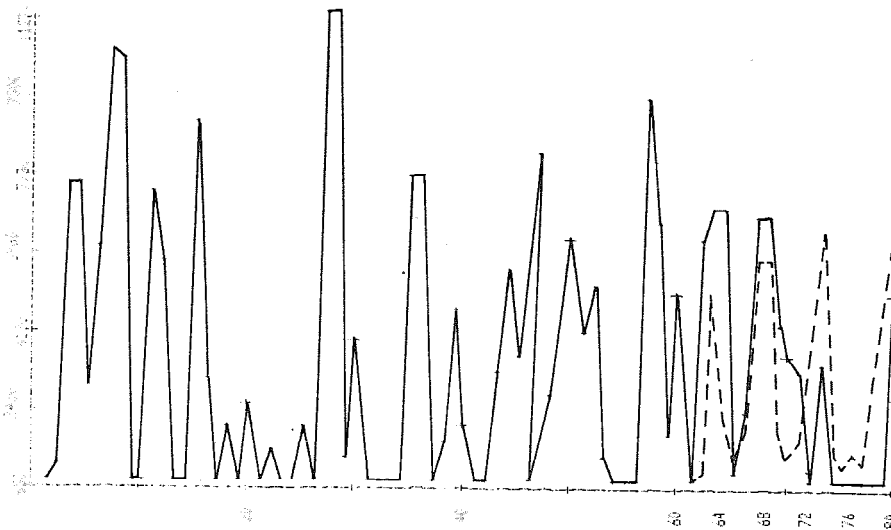
gde predstavljaju vrednosti w_t stacionirane vrednosti vremenske serije Z_t . Trenutna vrednost procesa (w_t) je u ovom modelu izražena kao konačna utežena suma p prethodnih vrednosti procesa, trenutnog impulsa (a_t) i konačne utežene sume q prethodnih vrednosti slučajnog impulsa. Vremensku seriju slučajnog impulsa često nazivamo beli šum. Uteži su autoregresijski parametri i parametri kliznog proseka diferencne jednačine (2), koji su u praksi ocenjeni pomoću podataka. Na isti način možemo izraziti sve vrste sezonskih stohastičkih modela.

4. REZULTATI STATISTIČNE ANALIZE

Za ovu analizu bili su upotrebljeni podaci jednog meseca (N=440). Jedan podatak znači sumu tolikog broja kWh, koliko bi ih bilo potrebno za rad lučnih peći, koje nisu bile isključene u vreme oštre energetske špice. Odabrana vremenska serija je nestacionarna i sa velikom variansom podataka. Identifikacija i ocenjivanje najboljeg modela donelo je objašnjenje za dio variances, ostatak je sasvim slučajnog izvora. Prognoze modela za jedan korak u napred u stvari slede gibanju stvarnih vrednosti vremenske serije, ali ne slede brzim promenama u gibanju stvarnih vrednosti; intervali pouzdanosti su preširoki (slika 1).



slika 1
15 minutne prognoze sa intervalima pouzdanja



slika 2
Analizirana vremenska serija (N=80)

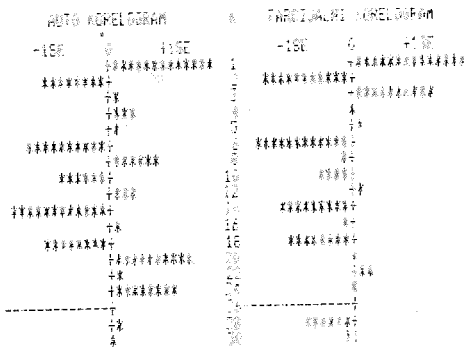
Pošto je kod određivanja zamika interesantna prognoza višine nivoa broja prekoračenih kWh za period od najmanjeg trajanja jednog časa, bilo je potrebno sabrati podatke. Tako smo dobili za odabran mesec kraću vremensku seriju (N=80) modificiranih podataka, koju prikazuje slika 2.

BROJ POSMATRANJA	80
PROSJEČNA VREDNOST	3378,59
PROSJEČNA SR. VRED.	346,23
MINIMALNA VREDNOST	650,00
MAXIMALNA VREDNOST	11274,00
VARIJANSA	958991,000
STANDARDNO ODSTUP.	3096,7549

slika 3
Osnovne statistike vremenske serije

Već iz slike 2 možemo odmah konstatovati, da je i ta vremenska serija nestacionarna sa velikim odstupanjima među pojedinim posmatranjima, što još bolje prikazivaju na slici 3 sakupljene osnovne statistike.

Poslije stacioniranja vremenske serije (Z_t) sa prirodnim logaritmom dobijena je stacionarna vremenska serija (w_t) i tako je moguće početi identifikovati stohastički model.



slika 4
Korelogrami vremenske serije Z_t

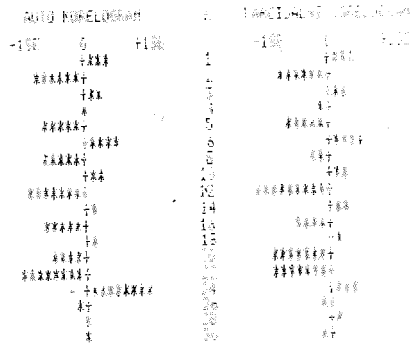
Uz pomoć izračunatih avto i parcijalnih avto korelacija, koje prikazuje slika 4, bio je odabran kao najbolji model, sezonski ARIMA model sa samo jednom ali vrlo značajnom sezonskom komponentom:

$$w_t - \phi_1 w_{t-26} = \theta_0 + a_t \quad (3)$$

Uz pomoć nelinearnog optimizacionog algoritma dobili smo ocene parametra stohastičkog modela:

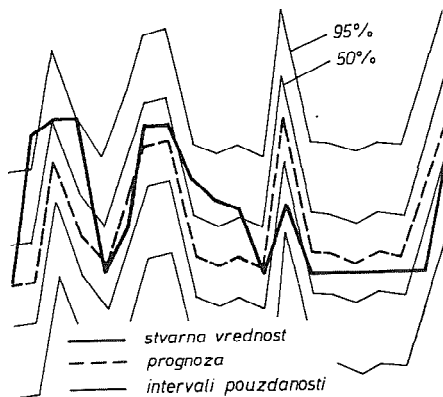
$$\begin{aligned} \phi_1 &= -.39 \\ \theta_0 &= 14.83 \\ s_a &= .5702 \end{aligned} \quad (4)$$

Testiranje ocenjenog modela potvrdilo je, da je model pravilno odabran. Slika 5 prikazuje avto i parcijalne avto korelacije vremenske serije ostataka (a_t), gdje nema više nikakvih korelacija među posmatranjima u vremenskoj seriji.



slika 5
Korelogrami vremenske serije a_t

Polazeći od modela (3), izračunali smo prognoze (slika 6) za jedan korak unapred, pročitali stvarnu vrednost sledećeg posmatranja i opet izračunali prognozu sa sledeći korak ... Na svaka četiri posmatranja smo ponovo ocenili model na osnovu nove nešto duže vremenske serije. Vrednost ocenjenih parametra nije se menjala i u tom vremenskom periodu nije bilo potrebe ni za drugačijim modelom, što potvrđuje stabilnost odabranog stohastičkog modela.



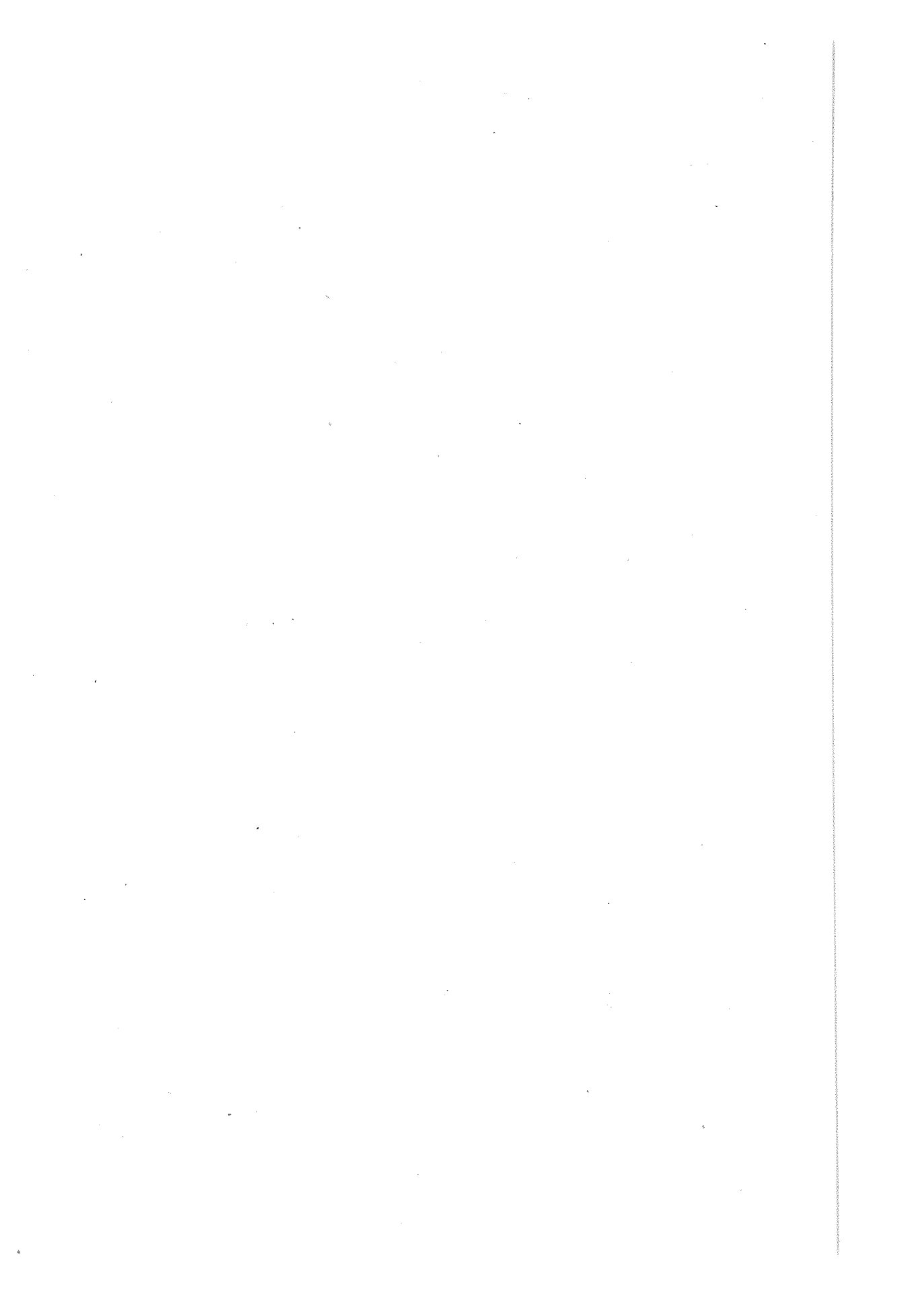
slika 6
Jedan časovne prognoze sa intervalima pouzdanja

Na takav način dobili smo prognoze za jedan period (pet radnih dana) na osnovu tri predhodna jednako druga perioda. Odmah možemo doći do zaključka, da imaju prognoze skoro svugdje jednak trend kao stvarne vrednosti, ali ponekad ina nešto većih odstupanja u absolutnim vrednostima. Pošto između ova tri predhodna perioda nema nekih većih zajedničkih karakteristika, bilo bi potrebno proširiti obim podataka za još nekoliko perioda unazad. Tako bi došli do boljih informacija u procesu, što bi imalo svoj uticaj i na kvalitetu prognoza.

Takav stohastički model potrebno je sad uključiti u kontrolu našeg procesa. Pomoću njegovih prognoza za sledeći period u vreme oštre energetske špice bilo bi lakše odrediti početak uključivanja pojedinačne elektrolučne peći.

5. LITERATURA

1. Box G.E.P., Jenkins G.M., 1976, Time Series Analysis: Forecasting and Control, San Francisco, Holden-Day
2. J. Bratina, Računalniško upravljanje električne moći obložnih peći, Železarski zbornik, Ljubljana, 137, 1978
3. D. Čepar, E. Kocuvan, M. Voljč, Analiza međusebojne odvisnosti med agregatnim in narodno-gospodarskim povpraševanjem in količino denarja v obtoku v Jugoslaviji, Informatica 77, 4 215, Bled
4. D. Čepar, E. Kocuvan, A. Bratč, T. Sopotnik, Analiza odvisnosti in napovedovanje gibanja uvoza industrije s pomočjo modela ARIMA, Informatica 77, 4 304, Bled
5. D. Čepar, E. Kocuvan, M. Voljč, Analiza međusobne zavisnosti agregatne nacionalne tražnje i količine novca u opticanju u Jugoslaviji pomoću modela prenosne funkcije, Ekonomska analiza, Beograd, 1978.



STUDIJ REZALNEGA PROCESA
PRI VRTANJU NERJAVNEGA JEKLA

Janez KOPAČ
Zoran SELJAK

Fakulteta za strojništvo
Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Jugoslavija

Velika večina raziskav obdelovalnosti je bila opravljena na standardnih konstrukcijskih jeklih ali jeklih za obdelavo na avtomatih. Na področju agroživilske, kemične, farmacevtske in petrokemične industrije se v veliki meri uporablja visokolegirana nerjavna jekla. Pri mehanski obdelavi se ta jekla ob določenih obdelovalnih pogojih v transformacijski coni izredno utrjujejo. V prispevku je raziskana izvrtina v različnih conah, še posebej pa cona korena odrezka in trdota v tej coni. Težka obdelovalnost avstenitnih jekel tokrat ni prikazana s stališča zasledovanja obrabe in s tem slabe obstojnosti orodja, pač pa so raziskani vzroki, ki povzročijo povečano obrabo orodja.

1. UVOD

Nerjavna jekla dobimo z dodatkom kroma, kromova oksidna kožica je odporna proti razjedanju v tekočinah kakor tudi proti oksidaciji pri visokih temperaturah. V odvisnosti od ostalih dodatkov razdelimo nerjavna jekla v tri glavne razrede: feritna, martenzitna ter avstenitna. Legirni elementi povzročajo, da neobstoje strukture postanejo obstojne tudi pri normalnih temperaturah. Tako dobimo z dodatki molibdena feritna jekla, z dodatki niklja ter ogljika pa avstenitna jekla. Ti dodatki nam razširijo avstenitno področje do normalnih temperatur. Lastnosti avstenitnih jekel so: nemagnetičnost, odpornost proti koroziji, ugodnost za razne postopke hladnega ter toplega preoblikovanja, primernost za varjenje ter mehansko obdelavo /1/. Avstenitna jekla so dobro raztezna v hladnem stanju ter tako primerna za hladno obdelavo, vendar se pri tem močno utrjujejo. Deformacijsko utrjevanje avstenitnih jekel, oziroma vzroki za večanje trdote teh jekel so odvisni od naslednjih mehanizmov oziroma stopenj /2/:

- deformacijsko utrjevanje avstenitne rešetke, ki je gama modifikacija jekla s kubično ploskovno centrirano kristalno rešetko
- upornost avstenitne rešetke proti transformaciji v martenzit med deformacijo
- trdnost martenzita pri transformaciji avstenita v martenzit
- deformacijsko utrjevanje martenzitne rešetke
- sprememba, nemagnetne strukture v magnetično pri trditvi

V primerjavi z ostalimi jekli, je pri avstenitnih prisotna velika stopnja deformacijskega utrjevanja zaradi razpada avstenita v martenzit. Količina razpada je odvisna od vrste jekla, stopnje deformacije ter vrste napetosti /3/. Dodatki imajo različne vplive na stabilnost avstenita. V glavnem se stabilnost avstenita z dodatki veča, največji vpliv ima nikelj. Avstenitna jekla z večjo vsebnostjo niklja (stabilizirana) obdržijo avstenit tudi pri močnem hladnem preoblikovanju /2/. Trdnostne raziskave so pokazale, da je stopnja utrjevanja sorazmerna s količino razpada

avstenita v martenzit ter s stopnjo plastične deformacije. Prav tako natezne deformacije prispevajo večji delež martenzita kot tlačne deformacije /3/.

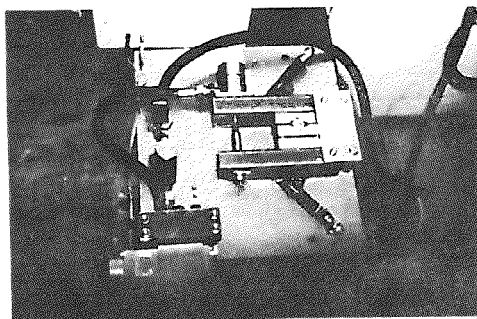
Podobno kot pri hladni predelavi avstenitnih materialov pride do plastičnih deformacij tudi pri obdelavi z odrezavanjem. Plastična deformacija in deformacijsko utrjevanje materiala se pojavlja pred rezalnim robom orodja in je posledica tlačnih napetosti /4/. Zaradi tlačnih napetosti pred rezalnim robom pride neodvisno od striga do deformacije avstenitne rešetke (v zapisu dislokacijskih mehanizmov: tlačne deformacije pred konico rezalnega orodja množijo število dislokacij) ter s tem do deformacijskega utrjevanja materiala. Poseben problem pri obdelavi z odrezavanjem nam predstavlja tudi slabša prevodnost avstenitnih materialov. To se posebno pozna pri obdelavi z orodji iz hitroreznih jekel, kjer nam zaradi povišanih temperatur pade trdota orodja na rezalnem robu in pride do zvarjanja orodja z obdelovancem. Zato je pri teh orodjih posebno pomembno hlajenje med obdelavo. Zelo dobre rezultate pri vrtanju avstenitnih jekel so dosegli z uporabo svedrov, pri katerih so dovajali hladilno tekočino po kanalih v svedru /5/. Tako ni bil moten dovod hladilne tekočine z odrezki, iz česar sledijo manjše rezalne sile ter večja obstojnost svedrov pri vrtanju.

Raziskave obstojnosti svedrov so pokazale, da nam obstojnost svedrov močno pade z večanjem rezalne hitrosti, podajalna hitrost pa na obstojnost svedrov nima tako močnega vpliva. Tudi analiza oblike odrezkov je pokazala, da večanjem rezalne hitrosti dobimo trde, dolge odrezke, ki pokajo na področju največje plastične deformacije.

2. POSKUSI VRTANJA

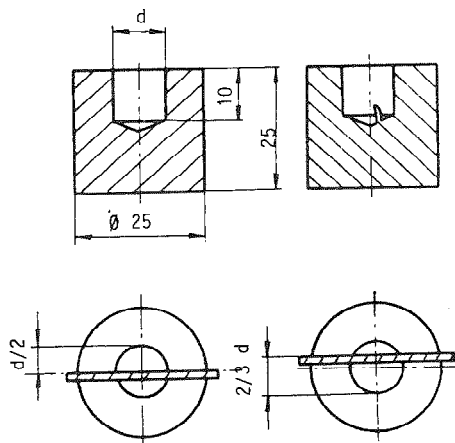
Z namenom, da bi ugotovili vpliv rezalnih pogojev na utrjevanje avstenitnih jekel pri vr-

tanju smo skonstruirali napravo za hitro prekinitev vrtnega procesa. Z uporabo eksperimentalne naprave, ki je prikazana na sliki 1 dobimo zavrtane vzorce, kjer je rezanje v trenutku prekinjeno, ne da bi pri tem spremenili proces nastajanja odrezka.



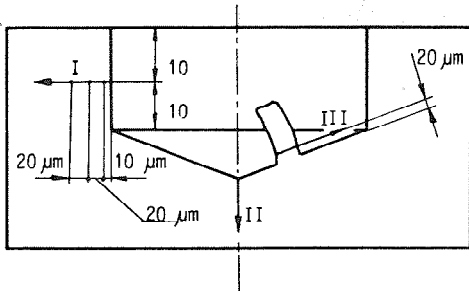
Slika 1 Naprava za hitro prekinitev vrtnega procesa

Po opravljenem poskusu vzorce razrežemo. Prvi rez na preizkušancu je čez sredino (slika 2a), drugi rez pa je na 2/3 premera izvrtine (slika 2 b). Tako pripravljene preizkušance lahko raziskujemo po boku izvrtine, pod prečnim rezalnim robom (2 a) in še v korenu odrezka (2 b).



Slika 2 Razrez preizkušancev

S spreminjanjem rezalne hitrosti in podajanja smo pri vrtnanju s svedom premera 10 mm zasledovali spremembe mikrotrdote v obdelani izvrtini. Z linijo I bomo v nadaljnjem tekstu označevali meritve opravljene na boku izvrtine, z II na čelnem delu in z III na odrezku. Merilne linije so prikazane na sliki 3.



Slika 3 Merilne linije in merilne točke

3. REZULTATI RAZISKAV UTRJEVANJA

Prikazana je razlika za tri različna avstenitna jekla, katerih osnova in podatki so naslednji:

Št.	material	C	Cr	Ni	Mo
1	č. 4571	0,12	18	9	-
2	č. 4572	0,10	18	10	-
3	č. 4574	0,10	17,5	12	2

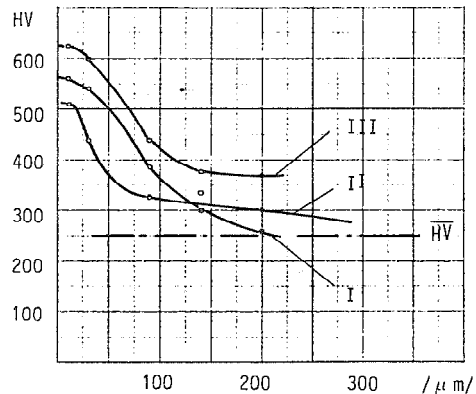
- 1 X 12 Cr Ni 18 8
- 2 X 10 Cr Ni Ti 18 9
- 3 X 10 Cr Ni Mo Ti 18 10

Trdota materialov je v mejah od 130 - 190 HB. Strukture so avstenitne, s tem, da material št. 2 vsebuje še CR karbide, št. 3 pa tudi del ferita. Jeklo č. 4571 ni stabilizirano.

Primerjalna mikrotrdota HV pada od roba izvrtine proti sredini, zato smo meritve razdelili po točkah v odvisnosti od razdalje od roba izvrtine. Na ta način dobimo še prikaz vpliva utrditve materiala po globini. Na sliki 4 so prikazane utrditve jekla č. 4571 po

vseh treh linijah. Utrditve odrezka je največja, dočim se pri danih pogojih dela material najmanj utrdi pod prečnim rezalnim robom.

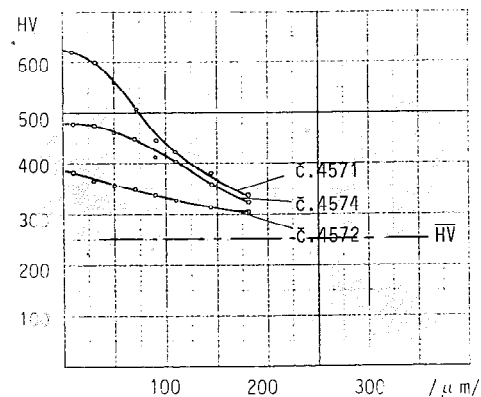
č. 4571 $v = 11 \text{ m/min}$ $s = 0,2 \text{ mm/vrt}$



Slika 4 Utrditve obdelovanca č. 4571 v različnih linijah

Na sliki 5 smo prikazali utrjevanje odrezka za različna avstenitna jekla. Razvidno je, da se jeklo č. 4571 najbolj utrjuje, dočim se jeklo č. 4572 najmanj, vendar pa se zato utrjuje v večjo globino.

Linija III $v = 11 \text{ m/min}$ $s = 0,2 \text{ mm/vrt}$



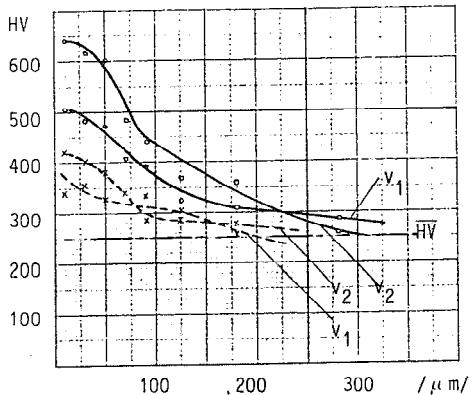
Slika 5 Utrjevanje korena odrezka za različne kvalitete avstenitnih jekel

Vpliv rezalne hitrosti na utrjevanje jekla č. 4571 in č. 4574 je prikazan na sliki 6.

$v_1 = 11 \text{ m/min}$
 $v_2 = 16 \text{ m/min}$
 $s = 0,12 \text{ mm/vrt.}$

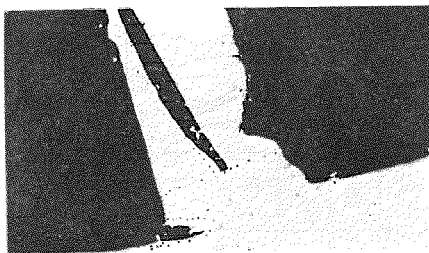
linija III.

č. 4571 ———
č. 4574 - - -



Slika 6 Vpliv rezalne hitrosti na utrditev

Za obe jekli velja, da večja rezalna hitrost znatno bolj utrdi material v rezalni coni. Pri vrtnanju z večjim podajanjem pa naraščata značilni razpoki na odrezku, kot je prikazano na sliki 7.



a) 50 x



b) 100 x

Slika 7 Razpoki na odrezku
č. 4571
 $v = 11 \text{ m/min}$
 $s = 0,2 \text{ mm/vrt}$

4. SKLEPNE UGOTOVITVE

Z raziskavami smo ugotovili, da se avstenitno jeklo č. 4571 od preizkušanih kvalitet jekel, najbolj utrjuje. Koren odrezka se glede na osnovno trdoto materiala utrdi tudi dvakratno. Izvrtina se na obodu bolj utrjuje kot pod prečnim rezalnim robom pri manjših podajanjih. Pri večjih podajanjih se odvisnost obrne. Povečanje rezalne hitrosti vpliva na utrditev v tolikšni meri, da se sveder iz HSS na prehodu iz konusnega dela v steblo dobesedno zaobli in zažge. Pogoji dela na utrjevanje materiala v globino vplivajo v izmeri od $0,1 \pm 0,4 \text{ mm}$. Bolj so pogoji dela neugodni, globlja je utrditev. Na korenu odrezka se razpoke pojavijo z večanjem podajanja, ob razpokah pa zasledimo največje utrjevanje materiala, ki ima tudi do trikratno vrednost osnovne trdote materiala.

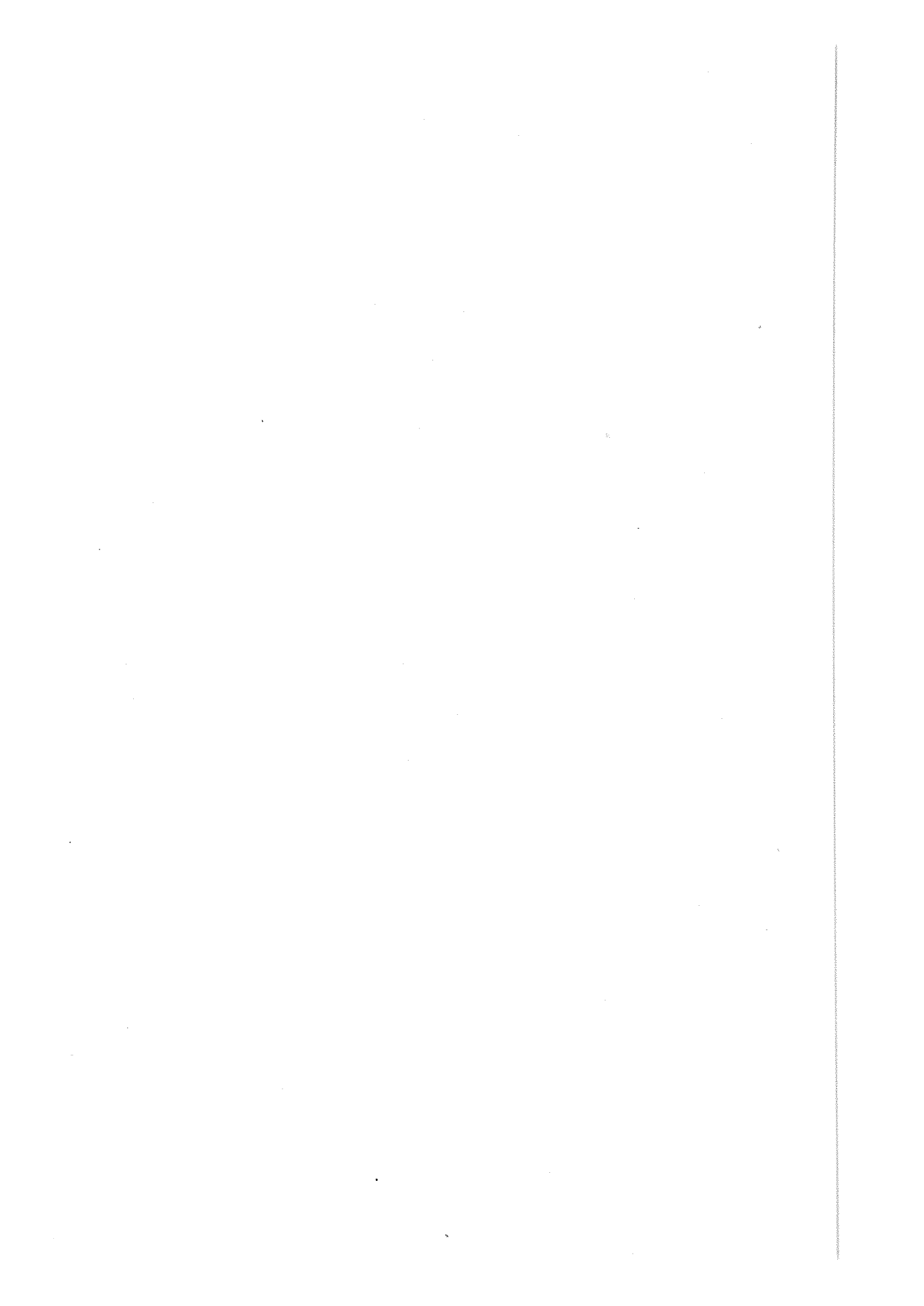
V prikazu smo obravnavali le utrjevanje obdelovalnega materiala na rezalnem robu. Raziskave so pokazale, da je obstojnost svedrov

v korelaciji s povečano stopnjo utrjevanja. Zato bodo prihodnjaj poročila usmerjena največ na spremembe na rezalnem robu svedra in obstojnost orodja. Splošno je namreč poznana problematika obdelovalnosti nerjavnih jekel, ki je razmeroma slaba, če jo obravnavamo z vidika obstojnosti orodja.

Avtorja se zahvaljujeta za pomoč pri raziskavah Dolinšek Slavku, dipl.ing., Fakulteta za strojništvo, Ljubljana.

LITERATURA

1. Mc Neely V.J., Llewellyn D.T., Higher-strength austenitic stainless steels, Sheet metal industries, January 1972
2. Elliott E., The selection of stainless steels in sheet or strip form, Sheet metal industries, January 1972
3. Materna D., Fritz H., Determination of the yield strength of austenitic stainless steels, Sheet metal industries, January 1977
4. Black J.T., Flow stress model in metal cutting, Journal of engineering for industry, November 1979, Vol 101
5. Spur G., Prosskowitz A., Einflüsse der Kuhl-schmierung auf die Zerspanungskräfte und Spanbildung beim Bohren von austenitischem Chrom - Nickel Stahl, Industrie anzeiger 1979, Nr. 28



SISTEMSKI PRILAZ PRIMENI VIŠEFAKTORNOG PLANA
EKSPERIMENTA NA KVALITET OBRADJENE POVRŠINE PRI
ZAVRŠNOJ OBRADI NA STRUGU

Pavel P. Kovač

Sava St. Sekulić

Institut za proizvodno mašinstvo
Fakultet tehničkih nauka
Univerzitet u Novom Sadu, Jugoslavija

Pored poluprečnika zaobljenja vrha alata i pomaka, koji karakterišu geometrijski model pri obradi na strugu, eksperimentalna ispitivanja pokazuju da na hrapavost obradjene površine utiču i elementi režima obrade (brzina rezanja i dubina rezanja).

Pri stvarnim uslovima naročito u produženoj fazi rezanja veliki uticaj na hrapavost obradjene površine ima pohabanost alata koja je funkcija vremena rezanja. Da bi se dao prilog rešavanju ovog važnog problema prišlo se primeni višefaktornog plana eksperimenta a pošlo se od najjednostavnijih modela ka složenijim.

1.0. UVOD

Kvalitet obradjene površine nakon završne obrade ima primarni značaj na eksploatacijske karakteristike obratka (tačnost i kvalitet obradjene površine). Kvalitet obradjene površine karakterišu veliki broj parametara kao što su geometrijski i kinematski parametri, deformacije strugotine, stanje dinamičkog sistema - mašina alatka, pribor, obradak i alat, stanje pohabanosti reznog klina itd.

Prilazi pri ispitivanju hrapavosti mogli bi se podeliti u tri grupe: 1. geometrijski model, 2. modeli na bazi habanja alata i drugih pratećih uticaja, 3. modeli koji baziraju na teoriji višefaktornog plana eksperimenta.

Geometrijske i eksperimentalne modele pri rezanju oštrim alatom razradjivali su: Schmaltz (1936), Opitz i Moll (1940), Galloway (1945), Beleckij (1946), Skragan (1947), Takenaka (1951), Krirouhov (1958), Bramertz (1961), Olsen (1968) [4], Solaja (1952 do 1972), Sekulić (1970), Fischer (1971) [1].

Uticaj koncentrisanog habanja i drugih parametara na hrapavost obradjene površine

proučavali su: Galloway (1945), Akinaci (1949), Pekelharing i Schuerman (1953), Thompson, Scott i Stabler (1953/54), Solaja (1957 do 1972) [8], Bramertz (1961) [1], Sekulić (1962), Pekelharing i Giesen (1967 do 1971) [5], Selvam i Radhakrishnan (1973 i 1976) [7], Snunmuqan (1974), Lonardo (1976), Bailey (1977), Wallbank (1979), Monheim (1980).

Statistički prilazi odredjivanju zavisnosti hrapavosti obradjene površine na osnovu višefaktornog plana eksperimenta razvili su Rasch (1971) [6], Kuljanić (1971), Taraman (1974 do 1977) [9], Nassirpour i Wu (1977) [3], Mišković (1978), Sekulić i Kovač (1979), Kovač (1980) [2]

2.0. OPŠTE

Da bi se dao prilog proučavanju kvaliteta obradjene površine primenom višefaktornog plana eksperimenta u radu se prišlo primeni više modela, od dvofaktornog do petofaktornog bez i sa medjusobnim uticajima. Pri tome je razradjena onšta metodologija nezavisno od broja faktora.

Kompletan model je obuhvatio sledeću zavisnost $R=F(r,s,\delta,v,t)$, medjutim u toku ispitivanja išlo se postepeno i prvo je po-

tražena zavisnost $R=f_1(r,s)$ koja se javlja u geometrijskim modelima, zatim $R=f_2(r,s,v)$ pa $R=f_3(r,s,v,\delta)$ koje su poslužile i kao preliminarna ispitivanja za konačnu zavisnost, koja sadrži i tekuće vreme rezanja t (u gornjim funkcijama R predstavlja uslovnu veličinu hrapavosti, r -poluprečnik zaobljenja vrha noža, v -brzinu rezanja, δ -dubinu rezanja a t -vreme).

2.1. Određivanje konstanti u matematičkom modelu

Funkcionalna zavisnost između odabranih nezavisno promenljivih F_i i zavisno promenljive R predstavljena je u obliku:

$$R = C F_1^{P_1} F_2^{P_2} F_3^{P_3} F_4^{P_4} F_5^{P_5} \dots \quad (1)$$

Jednačinu (1) možemo predstaviti sledećim linearnim matematičkim modelom:

$$y - \epsilon = b_0 x_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5 \dots \quad (2)$$

gde je y - logaritmovana vrednost merene veličine sa greškom merenja ϵ , $x_0=1$, x_i su logaritmovane vrednosti F_i a b_i su koeficijenti koji se određuju.

Ako je potrebno, ova jednačina se može predstaviti modelom sa medjusobnim uticajima između promenljivih

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i < j < n} b_{ijn} x_i x_j x_n + \dots \quad (3)$$

gde su $b_i, b_{ij}, b_{ijn}, b_{ijnm}$ - parametri koji se određuju. Za određivanje ovih parametara koristi se metoda najmanjih kvadrata na osnovu formule u matricnom obliku:

$$B = (X'X)^{-1} X'Y \quad (4)$$

gde je

B - matrica koeficijenta b_{ij}, \dots, b_{ijnm} koji se određuju

X - matrica plana eksperimenta

X' - transponovana matrica matrice X

$(X'X)^{-1}$ - inverzna matrica matrice $(X'X)$

Y - matrica logaritmovanih vrednosti merene veličine

2.2. Kodiranje i izbor parametara eksperimenta

Da bi se pojednostavila obrada podataka pomoću jednačine (6) vrši se kodiranje parametara pomoću jednačine:

$$x_i = 1 + 2 \frac{\ln F_i - \ln F_{i1}}{\ln F_{i2} - \ln F_{i1}} \quad i=1,2,\dots,k \quad (5)$$

gde je:

F_{i1} - kodirano $x_i=1$ maksim.vrednost faktora

F_{i3} - kodirano $x_i=Q$ srednja vrednost fakt.

F_{i2} - kodirano $x_i=-1$ minim.vrednost faktora

$$F_{i3}^2 = F_{i1} \cdot F_{i2} \quad (6)$$

Broj eksperimenata N uključujući i srednji nivo, zbog provere tačnosti k faktor-nog eksperimenta uvećava se sa n_0 pa je $N = 2^k n_0$.

Na osnovu toga matrica plana eksperimenta X će biti kao pod (7).

2.3. Dekodiranje modela sa medjusobnim uticajima

Ako se u računski model sa kodiranim faktorima eksperimenta (3) zamene vrednosti za kodirane faktore x_i prema jednačini (5) uz uvodjenje sledećih oznaka:

$$A_i = \frac{2}{F_{i1} - F_{i2}} ; a_i = 1 - A_i \ln F_{i1} \quad (8)$$

Dalje se izvrši množenje i grupisanje pojedinih članova uz uvodjenje sledećih oznaka:

$$P_0 = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i a_i + \sum_{i < j} b_{ij} a_i a_j + \sum_{i < j < n} b_{ijn} a_i a_j a_n + \dots + \sum_{i < j < n < m} b_{ijnm} a_i a_j a_n a_m + \dots$$

$$P_i = A_i (b_i + \sum_j b_{ij} a_j + \sum_{j < n} b_{ijn} a_j a_n + \dots)$$

$$P_{ij} = A_i A_j (b_{ij} + \sum_n b_{ijn} a_n + \sum_{n < m} b_{ijnm} a_n a_m + \dots)$$

$$P_{ijn} = A_i A_j A_n (b_{ijn} + \sum_m b_{ijnm} a_m + \dots) \quad (9)$$

$$P_{ijnm} = A_i A_j A_n A_m b_{ijnm} \dots$$

TABELA 1.

Izvor varijacije	Stepen slobode	Suma kvadrata S	Sisperzija s ²	Disperzioni odnos
1	2	3	4	5
b ₀	f ₀ =1	S ₀₀ =b ₀ ² /C ₁₁	s ₀ ² =S ₀₀ /f ₀	F ₀₀ =s ₀ ² /s _E ²
b _i	f _i =1	S _{0i} =b _i ² /C _{ii}	s _i ² =S _{0i} /f _i	F _{0i} =s _i ² /s _E ²
b _{ij}	f _{ij} =1	S _{0ij} =b _{ij} ² /C _{ii}	s _{ij} ² =S _{0ij} /f _{ij}	F _{0ij} =s _{ij} ² /s _E ²
b _{ijn}	f _{ijn} =1	S _{0ijn} =b _{ijn} ² /C _{ii}	s _{ijn} ² =S _{0ijn} /f _{ijn}	F _{0ijn} =s _{ijn} ² /s _E ²
b _{ijnm}	f _{ijnm} =1	S _{0ijnm} =b _{ijnm} ² /C _{ii}	s _{ijnm} ² =S _{0ijnm} /f _{ijnm}	F _{0ijnm} =s _{ijnm} ² /s _E ²
Rezidualna suma	f _R =N-k-1	S _R =∑ _{u=1} ^N (y _u -y ₀) ²	s _R ² =S _R /f _R	
Ukupna suma	f _u =N	S _u =∑ _{u=1} ^N y _u ²		
Greška eksperimenta	f _E =n ₀ -1	S _E =∑ _{u=1} ^{n₀} (y _{ou} -y ₀) ²	s _E ² =S _E /f _E	
Adekvatnost modela	f _{LF} =f _R -f _E	S _{LF} =S _R -S _E	s _{LF} ² =S _{LF} /f _{LF}	F _{RLF} =s _{LF} ² /s _E ²

za α = 0,05 i stepene slobode: f₁ = f_i = 1; f₂ = f_E.

Model je adekvatan ako je F_{RLF} < F_t. Prema Fišeru F_t(f₁, f₂) se nalazi za α = 0,05 i stepene slobode: f₁ = f_{LF}; f₂ = f_E.

Ocena tačnosti matematičkog modela se vrši preko intervala poverenja:

$$Y \pm t_{\alpha, R} \sqrt{\sigma(y)^2} \quad (11)$$

Koeficijent t_{α,R} je određen prema Studentu za nivo značajnosti α=0,05 i stepen slobode f=f_R.

Standardna devijacija σ(y)² se izračunava prema tabeli 2.

TABELA 2.

Broj fakt.	Tačke na rogljevima		Centralne tačke
	Model bez međjuutic.	Model sa međjuuticajem	
k	$(\frac{1}{N} + \frac{K}{N-n_0}) s_R^2$	$(\frac{1}{N} + \frac{K_x}{N-n_0}) s_R^2$	$\frac{1}{N} s_R^2$

gde je:

N - broj tačaka eksperimenta

n₀ - broj tačaka nultog nivoa

K_x - broj kolona u matrici X manje jedan

Ako je: K=2; N=8; n₀=4; K_x=3, za K=3;

N=12; n₀=4; K_x=7 pri K=4; N=20; n₀=4; K_x=15;

i za K=5, N=38, n₀=6, K_x = 32.

3.0. USLOVI PRI IZVODJENJU EKSPERIMENTA

Obrada je izvršena na univerzalnom strugu "Potisje-Morando" PA-22 snage 10 KW i raspona brojeva obrtaja 20 do 2000 (24 stepena). Materijal obradka je bio čelik č.0645 i č.4732. Za 2,3 i 4 faktorni eksperiment bili su uzorci prečnika 45,40,36 mm dužine 350 mm koji su podeljeni na potreban broj polja. Ispitivanja habanja alata u funkciji vremena i petofaktorni eksperiment su izvršeni na obradcima prečnika 160 mm dužine 700 mm. Obrada je izvodjena bez sredstava za hlađenje i podmazivanje.

Alat je bio standardni strugarski nož ISO 3 sa zalemljenom pločicom od tvrdog metala kvaliteta P10. Radijusi vrha alata su bili 0,5, 0,9 i 1,6 mm.

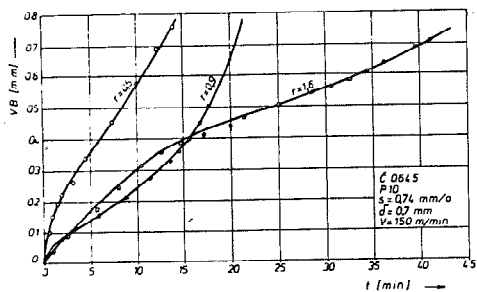
Srednja aritmetička hrapavost R_a i maksimalna hrapavost R_t je merena na Perth-o-metru.

Za uzimanje otisaka površine pri izvodjenju petofaktornog eksperimenta korišćena je plastična masa "Technovit" 304 zelene boje, proizvodnje "Kulzer" SR Nemačka.

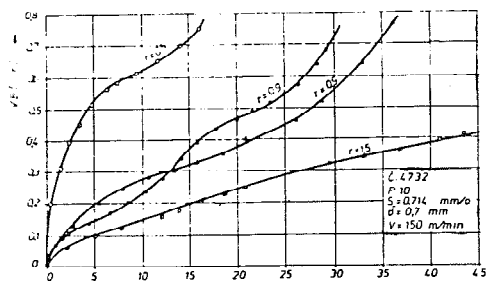
Habanje alata je mereno na velikom alatnom mikroskopu "Zeiss".

U cilju odredjivanja dijapazona vremena obrade za petofaktorni plan eksperimenta izvršena su preliminarne ispitivanja postojanosti alata, koje će biti korišćene pri eksperimentu. Rezultati ispitivanja su prikazani na dijagramima slika 1 i 2.

Na osnovu rezultata ispitivanja može se zaključiti da nož sa poluprečnikom zaobljenja vrha r=0,5 mm ima najmanju postojanost tako da je maksimalno vreme rezanja ograničeno postojanošću ovog noža. Na osnovu toga usvojeni su sledeći parametri: t_{min}=5, t_{SR}=8,7, t_{max}=15,0 minuta i brzine rezanja v_{min}=100, v_{SR}=126,5 i v_{max}=160 [m/min].



SI.1



SI.2

3.1. Eksperimentalne vrednosti i njihova obrada

Planiranje eksperimenta je izvršeno kako je to opisano u tački 2. Redosled izvođenja eksperimenata je bio prema tablici slučajnih brojeva. Upisani rezultat merenja hrapavosti predstavlja srednju vrednost od tri merenja.

Dvofaktorni eksperiment tabela 2.

Broj opita	Faktor		Kod faktora			Rezultati merenja u (µm)			
	F ₁ r (mm)	F ₂ s (mm/o)	x ₀	x ₁	x ₂	materijal			
						C.0545		C.4732	
				R _a	R _t	R _a	R _t		
1	0,5	0,107	1	-1	-1	1,9	10,7	1,8	10,5
2	1,6	0,107	1	1	-1	2,3	12,3	2,1	11,3
3	0,5	0,714	1	-1	1	9,0	48,0	8,5	45,9
4	1,6	0,714	1	1	1	5,8	29,0	5,7	29,0
5	0,9	0,285	1	0	0	4,2	19,6	4,2	19,4
6	0,9	0,285	1	0	0	4,4	19,0	4,0	19,3
7	0,9	0,285	1	0	0	4,5	20,6	4,2	21,3
8	0,9	0,285	1	0	0	4,2	20,0	3,9	20,5

Trofaktorni eksperiment tabela 3.

Broj opita	Faktor			Kod faktora			Rezultati merenja u (µm)			
	F ₁ r (mm)	F ₂ s (mm/o)	F ₃ v (mm/o)	x ₀	x ₁	x ₂	materijal			
							C.0645		C.4732	
				R _a	R _t	R _a	R _t			
1	0,5	0,107	138	1	-1	-1	1,9	10,8	1,7	8,3
2	1,6	0,107	138	1	1	-1	2,5	15,2	2,1	11,1
3	0,5	0,714	138	1	-1	1	8,3	45,0	8,2	44,3
4	1,6	0,714	138	1	1	1	5,9	29,7	5,8	30,3
5	0,5	0,107	276	1	-1	-1	1,9	9,2	1,9	9,5
6	1,6	0,107	276	1	1	-1	2,2	10,0	2,0	9,8
7	0,5	0,714	276	1	-1	1	8,7	46,3	6,4	46,6
8	1,6	0,714	276	1	1	1	5,7	28,0	5,7	29,0
9	0,9	0,285	195	1	0	0	4,2	19,6	4,1	19,0
10	0,9	0,285	195	1	0	0	4,2	19,0	4,4	20,3
11	0,9	0,285	195	1	0	0	4,4	20,0	4,0	19,3
12	0,9	0,285	195	1	0	0	4,5	20,6	4,3	21,3

Četvorofaktorni eksperiment tabela 4.

Broj opita	Faktor				Rezultati merenja u (µm)			
	F ₁ r (mm)	F ₂ s (mm/o)	F ₃ d (mm)	F ₄ v (m/min)	materijal			
					C.0645		C.4732	
				R _a	R _t	R _a	R _t	
1	0,5	0,107	0,35	138	2,0	11,9	1,8	9,8
2	1,6	0,107	0,35	138	2,1	12,0	2,2	11,9
3	0,5	0,714	0,35	138	11,6	48,0	11,0	40,0
4	1,6	0,714	0,35	138	6,4	31,0	7,4	34,0
5	0,5	0,107	0,70	138	2,0	13,3	1,8	10,1
6	1,6	0,107	0,70	138	2,0	11,8	2,1	10,2
7	0,5	0,714	0,70	138	9,4	45,0	11,0	41,0
8	1,6	0,714	0,70	138	6,8	30,5	7,4	33,5
9	0,5	0,107	0,35	276	1,9	11,2	1,8	9,2
10	1,6	0,107	0,35	276	2,2	13,0	2,0	9,6
11	0,5	0,714	0,35	276	10,4	43,0	12,0	44,0
12	1,6	0,714	0,35	276	7,0	33,0	7,5	31,5
13	0,5	0,107	0,70	276	1,9	11,2	1,9	10,0
14	1,6	0,107	0,70	276	2,25	11,9	2,3	13,3
15	0,5	0,714	0,70	276	11,0	41,0	12,1	44,3
16	1,6	0,714	0,70	276	7,0	33,0	7,1	35,0
17	0,9	0,285	0,50	195	4,2	21,0	4,04	19,6
18	0,9	0,285	0,50	195	4,4	23,0	4,1	21,1
19	0,9	0,285	0,50	195	4,25	22,0	4,3	20,4
20	0,9	0,285	0,50	195	4,5	24,0	4,3	20,6

Obrada eksperimentalnih podataka je izvršena na elektronskom računaru Varian 73 prema razradjenim programima na osnovu postupka prikazanom u tački 2. Kompletni rezultati proračuna su prikazani u radu [2]. Najpre je izvršena obrada podataka za model bez medjusobnih uticaja. Pošto se ovakav model pokazao neadekvatnim a i interval poverenja mu je dosta širok, u cilju poboljšanja adekvatnosti izvršena je obrada modela sa medjusobnim uticajima izmedju faktora.

U tabeli 6 su prikazane vrednosti koeficijenata za dvofaktorni model

$$R = Cr P_1 P_2 \exp(P_{12} \ln r - \ln s) \quad [\mu m] \quad (12)$$

Petofaktorni eksperiment tabela 5.

Faktor					Rezultati merenja [mm]			
F ₁ r ₁ [mm]	F ₂ s ₁ [mm/s]	F ₃ v ₁ [mm]	F ₄ v ₂ [m/min]	F ₅ t ₁ [min]	Materijal			
					č.0645		č.4732	
					R _a	R _t	R _a	R _t
0,5	0,107	0,35	100	5	3,7	22,0	2,1	12,1
1,6	0,107	0,35	100	5	2,4	15,9	2,3	14,1
0,5	0,714	0,35	100	5	9,5	58,0	6,5	59,0
1,6	0,714	0,35	100	5	6,7	49,0	7,9	42,0
0,5	0,107	0,70	100	5	3,9	23,5	2,4	14,3
1,6	0,107	0,70	100	5	3,1	22,5	2,45	15,3
0,5	0,714	0,70	100	5	6,8	70,3	8,0	70,0
1,6	0,714	0,70	100	5	6,3	42,0	7,4	44,0
0,5	0,107	0,35	160	5	1,6	13,9	2,7	16,0
1,6	0,107	0,35	160	5	2,5	14,0	1,9	11,2
0,5	0,714	0,35	160	5	2,9	17,8	9,3	55,0
1,6	0,714	0,35	160	5	3,2	30,0	7,3	42,0
0,5	0,107	0,70	160	5	1,9	9,1	2,0	13,1
1,6	0,107	0,70	160	5	2,5	17,6	1,8	2,4
0,5	0,714	0,70	160	5	6,2	65,0	6,5	45,0
1,6	0,714	0,70	160	5	4,6	29,7	6,6	43,0
0,5	0,107	0,35	100	15	3,8	24,0	2,6	17,0
1,6	0,107	0,35	100	15	3,0	21,9	3,1	22,5
0,5	0,714	0,35	100	15	10,6	59,3	8,0	62,0
1,6	0,714	0,35	100	15	8,1	43,0	7,9	44,0
0,5	0,107	0,70	100	15	3,5	23,0	2,5	14,9
1,6	0,107	0,70	100	15	3,2	21,8	1,7	11,9
0,5	0,714	0,70	100	15	13,2	76,0	8,8	78,0
1,6	0,714	0,70	100	15	6,8	50,3	8,4	47,0
0,5	0,107	0,35	160	15	2,2	12,0	3,1	19,7
1,6	0,107	0,35	160	15	2,0	11,8	1,9	11,5
0,5	0,714	0,35	160	15	9,9	69,0	9,8	74,0
1,6	0,714	0,35	160	15	3,8	18,1	7,7	43,0
0,5	0,107	0,70	160	15	2,0	12,3	2,4	14,6
1,6	0,107	0,70	160	15	2,4	13,1	1,7	8,8
0,5	0,714	0,70	160	15	8,1	70,7	9,1	58,0
1,6	0,714	0,70	160	15	6,9	37,7	7,7	60,0
0,9	0,285	0,50	126,5	8,7	2,3	18,0	3,2	22,1
0,9	0,285	0,50	126,5	8,7	3,7	24,5	4,1	22,1
0,9	0,285	0,50	126,5	8,7	3,3	19,0	4,2	22,1
0,9	0,285	0,50	126,5	8,7	4,1	10,0	3,2	25,7
0,9	0,285	0,50	126,5	8,7	3,6	25,7	3,8	26,5
0,9	0,285	0,50	126,5	8,7	3,5	19,1	3,6	26,3

Tabela 6.

Koefi- cijent	Materijal			
	č.0645		č.4732	
	Hrapavost			
	R _a	R _t	R _a	R _t
C	9,0072	42,3981	8,7563	43,0615
P ₁	-0,4739	-0,5314	-0,4280	-0,4760
P ₂	0,6215	0,5888	0,6440	0,6099
P ₁₂	-0,2856	-0,2914	-0,2508	-0,2412

u tabeli 7 za trofaktorni model

$$R = C \cdot r_1^{P_1} \cdot s_1^{P_2} \cdot v_1^{P_3} \cdot \exp(P_{12} \ln r_1 \ln s_1 + P_{13} \ln r_1 \ln v_1 + P_{23} \ln s_1 \ln v_1 + P_{123} \ln r_1 \ln s_1 \ln v_1) \quad [\mu m] \quad (13)$$

Tabela 7.

Koefi- cijent	Materijal			
	č.0645		č.4732	
	Hrapavost			
	R _a	R _t	R _a	R _t
C	9,1687	40,6631	10,5235	56,9828
P ₁	1,4142	1,4567	1,2023	1,8433
P ₂	0,4213	-0,4374	0,8424	0,7820
P ₃	-0,0117	0,0069	0,0360	-0,0443
P ₁₂	0,6245	0,3358	0,5013	0,6219
P ₁₃	-0,3476	-0,3705	-0,3022	-0,4361
P ₂₃	0,0345	0,1949	-0,0366	-0,0202
P ₁₂₃	-0,1693	-0,1214	-0,1378	-0,1684

U tabeli 8 za četvorofaktorni model:

$$R = C \cdot r_1^{P_1} \cdot s_1^{P_2} \cdot v_1^{P_3} \cdot \exp(P_{12} \ln r_1 \ln s_1 + P_{13} \ln r_1 \ln v_1 + P_{14} \ln r_1 \ln v_1 + P_{23} \ln s_1 \ln v_1 + P_{24} \ln s_1 \ln v_1 + P_{34} \ln v_1 \ln s_1 \ln v_1 + P_{123} \ln r_1 \ln s_1 \ln v_1 + P_{124} \ln r_1 \ln s_1 \ln v_1 + P_{234} \ln s_1 \ln v_1 \ln s_1 \ln v_1 + P_{1234} \ln r_1 \ln s_1 \ln v_1 \ln s_1 \ln v_1) \quad (14)$$

Tabela 8.

Koefi- cijent	Materijal			
	č.0645		č.4732	
	Hrapavost			
	R _a	R _t	R _a	R _t
C	3,7877	32,5277	13,6780	33,2919
P ₁	2,2265	-1,3250	0,9100	-0,0187
P ₂	0,4075	1,2751	1,3338	1,5402
P ₃	-0,9027	-0,4076	0,6028	-0,1620
P ₄	0,1891	0,0544	-0,0391	0,0667
P ₁₂	1,8163	0,1081	0,6440	1,3779
P ₁₃	4,0000	0,1980	0,8723	-0,8531
P ₁₄	-0,4945	0,2007	-0,2702	-0,0393
P ₂₃	-0,2935	-0,5536	0,8973	1,3906
P ₂₄	0,0579	0,0851	-0,1107	-0,1718
P ₃₄	0,01669	0,0691	-0,1209	0,0374
P ₁₂₃	2,3175	0,3929	0,9377	1,4048
P ₁₂₄	-0,3765	-0,0360	-0,1791	-0,2923
P ₁₃₄	-0,7271	-0,0194	-0,1750	0,1696
P ₂₃₄	0,0535	0,1030	-0,1778	-0,2698
P ₁₂₃₄	-0,4215	-0,0541	-0,1841	-0,2659

i u tabeli 9 za petofaktorni model.

$$R_a = c r \begin{matrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \\ P_5 \end{matrix} \exp(P_{12} \ln r \ln s + \\ + P_{13} \ln r \ln \delta + P_{14} \ln r \ln v + P_{15} \ln r \ln t + \\ + P_{24} \ln s \ln v + P_{25} \ln s \ln t + P_{34} \ln \delta \ln v + \\ + P_{35} \ln \delta \ln t + P_{45} \ln v \ln t + P_{123} \ln r \ln s \ln \delta + \\ + P_{124} \ln r \ln s \ln v + P_{125} \ln r \ln s \ln t + \\ + P_{134} \ln r \ln \delta \ln v + P_{135} \ln r \ln \delta \ln t + \\ + P_{145} \ln r \ln v \ln t + P_{234} \ln s \ln \delta \ln v + \\ + P_{235} \ln s \ln \delta \ln t + P_{245} \ln s \ln v \ln t + \\ + P_{345} \ln \delta \ln v \ln t + P_{1234} \ln r \ln s \ln \delta \ln v + \\ + P_{1235} \ln r \ln s \ln \delta \ln t + P_{1245} \ln r \ln s \ln v \ln t + \\ + P_{1345} \ln r \ln \delta \ln v \ln t + P_{2345} \ln s \ln \delta \ln v \ln t + \\ + P_{12345} \ln r \ln s \ln \delta \ln v \ln t) \quad [\mu m] \quad (15)$$

Tabela 9.

Koefi- cijent	Materijal			
	č. 0645		č. 4732	
	R _a	R _t	R _a	R _t
C	0,0190	2,4240	1,0248	28562,0
P ₁	33,0028	23,1950	2,4124	-2,9195
P ₂	-5,4496	-5,0908	-5,3986	-1,2153
P ₃	-22,8763	-15,2447	-4,1256	3,3845
P ₄	1,1042	0,5791	0,3704	-1,3696
P ₅	2,2519	0,9713	1,3501	-2,2867
P ₁₂	16,4564	17,8078	-1,1760	-4,4316
P ₁₃	49,3588	50,7792	1,8434	2,6485
P ₁₄	-6,8433	-5,2743	-0,5783	0,5148
P ₁₅	-16,4105	-9,3340	-0,4157	-2,5224
P ₂₃	-13,4777	-12,2496	-0,0582	-5,1299
P ₂₄	1,1523	1,1164	1,1895	0,3264
P ₂₅	1,5829	1,1328	2,6675	0,5079
P ₃₄	4,1965	3,1592	0,7546	-0,7649
P ₃₅	6,7149	3,5048	2,4406	-0,8449
P ₄₅	-0,3934	-0,1481	-0,2346	0,5337
P ₁₂₃	17,4344	27,0094	-0,9209	-0,0173
P ₁₂₄	-3,4049	-3,9982	0,1517	0,0507
P ₁₂₅	-7,4924	-6,7228	1,3053	0,0138
P ₁₃₄	-10,3353	-11,2855	-0,4193	-0,6152
P ₁₃₅	-24,6432	-22,8817	-0,6618	-4,5915
P ₁₄₅	3,3740	2,0777	0,1134	0,5491
P ₂₃₄	2,7911	2,5076	1,5782	0,9829
P ₂₃₅	4,3520	3,7928	3,9520	2,3917

Nastavak tabele 9.

	R _a	R _t	R _a	R _t
P ₂₄₅	-0,2911	-0,2039	-0,5140	-0,0594
P ₃₄₅	-1,3971	-0,6784	-0,4599	0,2203
P ₁₂₃₄	-3,6490	-6,0577	0,1132	-0,0615
P ₁₂₃₅	-9,0763	-11,7456	1,8818	-0,6343
P ₁₂₄₅	1,5337	1,4929	-0,2230	0,0326
P ₁₃₄₅	5,1618	5,0529	0,1567	0,9999
P ₂₃₄₅	-0,8962	-0,7543	-0,7674	0,4340
P ₁₂₃₄₅	1,8920	2,6149	-0,3489	0,1749

3.2. Analiza dobijenih zavisnosti

Svi modeli sa medjusobnim uticajima su se pokazali adekvatni. U nekim modelima neki od ulaznih parametara nisu signifikantni (za verovatnoću 0,95), i to:

- brzina rezanja je nesignifikantna u nekim modelima, gde se javlja kao ulazni parametar
- dubina rezanja je nesignifikantna u nekim četvorofaktornim i petofaktornim modelima
- ovo svedoči i o manjem uticaju ovih parametara na hrapavost što se slaže sa podacima iz literature
- nesignifikantnosti spomenutih parametara variraju u zavisnosti od vrste materijala bez neke zakonitosti
- medjusobni uticaji ovih parametara su se takodje u nekim modelima pokazali signifikantni uz pomenutu verovatnoću
- vreme rezanja se u nekim petofaktornim modelima pokazalo takodje nesignifikantno jer je varirano u dosta uskim granicama, tako da habanje kao funkcija vremena rezanja nije dostiglo značajniju vrednost naročito pri velikim poluprečnicima zaobljenja vrha noža
- najveću signifikantnost u svim modelima su pokazali poluprečnik zaobljenja vrha noža i pomak, i njihovi medjusobni uticaji.

4.0. ZAKLJUČCI

Na osnovu napred izloženog mogu se doneti sledeći zaključci:

- Primena kibernetickog modela na istraživanje hrapavosti obradjene površine pokazala se vrlo pogodnom, pri čemu se u početku pošlo od parametara koji definišu geometrijski model a zatim su se modeli upotrebili ostalim elementima režima obrade

kao i vremenom rezanja, da bi se preko nje ga uveo uticaj stanja reznog klina, koji se pogoršava sa vremenom rezanja. Na ovaj način se eksperimentu sa više faktora, koji zahtevaju utrošak više materijala, alata i vremena pristupilo sa već proverenim modelima.

- U predložene matematičke modele nezavisno od usvojenog broja parametara pokazalo se efikasnim uvodjenje medjusobnih uticaja višeg reda jer se sa istim brojem eksperimenata postiže bolja adekvatnost i tačnost modela.

- U pojedinim modelima uticaj nekih od ulaznih parametara mogao bi se zanemariti (uz verovatnoću 0,95), ali obzirom da se ne mogu doneti uopšteni zaključci korisno je zadržati integralne modele.

LITERATURA

1. Bailey, J., 1977, Surface Damage During Machining of Annealed 18% Nickel Margining Steel. Part 1-Unlubricated Conditions, Part 2-Lubricated Conditions, Wear, 42,277-303.
2. Kovač, R., 1980, Hrapavost obradjene površine u funkciji parametara rezanja pri završnoj obradi na strugu. Magistarski rad. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
3. Nassirpour, F., Wu, S.M., 1977, Statistical Evaluation of Surface Finish and Its Relationship to Cutting Parameters in Turning, Int.J.Mach. Tool. Des. Res. vol.17.
4. Olsen, K.V., 1968, Surface Roughness on Turned Steel Components and the Relevant Mathematical Analysis, Prod. Eng., London, vol.47, pp.593.
5. Pekelharing, A.J., Hovinga, H.J., 1967, Wear at the End Cutting Edge of Carbide Tools in Finish-and Rough Turning., 8th Int. M.T.D.R. Conf. Monchester M.S.108.
6. Rasch, F.O., Rolstadas, A., 1971, Selection of Optimum Reed and Speed in Finish Turning., Ann. of the CIRP vol. XVI. pp.787-792.
7. Selvam, M.S., Radhakrishnan, V., 1976. Determination of the Direct and Indirect Influences of Groove Wear and Built-up Edge on Surface Roughness in Turning by Multiple Correlation Technique, Int.J. Prod Res, vol.14, No.3, 415-420.
8. Šolaja, V., 1958, Wear of Carbide Tools and Surface Finish Generated in Finish Turning of Steel Wear Vol.1.
9. Taraman, K., Lambert, B., 1974. A Surface Roughness Model for Turning Operation. Int.J. Prod. Res. vol.12, No.6, 691-703.

DEFINISANJE ZAVISNOSTI SPECIFINNOG DEFORMACIONOG
OTPORA M_s63 OD UTICAJNIH FAKTORA

Radovan Kovačević, Mašinski fakultet Univerziteta u Titogradu,
Jugoslavija

Paul Funke, Institut für Verformungskunde und Walzwerkwesen
Tehničkog univerziteta u Clausthalu, SR Njemačka

Joko Stanić, Mašinski fakultet univerziteta u Beogradu, Jugoslavija

U radu je prikazano određivanje specifičnog deformacionog otpora mesinga M_s63 metodom toplog uvijanja. Za definisanje zavisnosti specifičnog deformacionog otpora od temperature, brzine i stepena deformacije korišćen je višefaktorni plan eksperimenata.

1. U V O D

Poznavanje parametara obradljivosti materijala (specifični deformacioni otpor i plastičnost), koji definišu njegovo ponašanje pri obradi deformacijom, omogućava konstruktoru da pravilno dimenzioniše mašinu i alat a tehnologiju da izabere optimalni termomehanički režim u cilju zadovoljavanja funkcija cilja (kvaliteta, ekonomičnosti itd.).

Osobine materijala u području tople obrade deformacijom opisuju se preko takozvane krive tečenja, koja daje zavisnost specifičnog deformacionog otpora k_f od temperature (T), brzine deformacije ($\dot{\varphi}$) i stepena deformacije (φ), to jest

$$k_f = f(T, \dot{\varphi}, \varphi). \quad (1)$$

Odredjivanje specifičnog deformacionog otpora u proizvodnim uslovima je vrlo otežano ili skoro neizvodljivo, pa se u tu svrhu koriste laboratorijske metode za ispitivanje mehaničkih osobina metala, kod kojih su epruvete opterećene najjednostavnijom vrstom opterećenja (zatezanjem, uvijanjem i pritiskivanjem).

Uzimajući u obzir današnju svestranu primjenu lakih metala u skoro svim industrijskim granama, od posebnog je interesa izučavanje ponašanja ovih metala pri toploj obradi deformacijom.

Za definisanje zavisnosti specifičnog deformacionog otpora mesinga M_s63 od uticajnih faktora usvojena je metoda toplog uvijanja koja se karakteriše nepromjenljivošću dimenzija epruvete, odsustvom trenja, jednostavnim održavanjem konstantne brzine deformacije, ostvarenjem velikih stepeni deformacije i niskim troškovima ispitivanja.

U saopštenju se prikazuje definisanje zavisnosti specifičnog deformacionog otpora mesinga M_s63 od uticajnih faktora krosteći višefaktorni plan eksperimenata 1, 2.

2. ODREDJIVANJE SPECIFIČNOG DEFORMACIONOG
OTPORA METODOM TOPLOG UVIJANJA

Ako se cilindrična šipka dužine l uvije za ugao θ sa dva suprotnosmjerna momenta, tada će, iz geometrijskog odnosa, vrijednost klizanja na spoljašnjoj površini epruvete iznositi

$$g = \operatorname{tg} \delta = \frac{R \theta}{l} = \frac{2\bar{u} R n_1}{l}, \quad (2)$$

gdje je: R-poluprečnik epruvete,
l-dužina epruvete,
 n_1 -broj uvijanja epruvete.

Brzina smicanja spoljašnje površine epruvete, izražena preko broja obrtaja elektromotora N, iznosi

$$\dot{g} = \frac{R}{l} \cdot \frac{\dot{u} N}{30}. \quad (3)$$

Veza između momenta uvijanja i napona na smicanje definisana je izrazom

$$M = 2\bar{u} \int_0^R \bar{\tau}(r) r^2 dr. \quad (4)$$

Za granični slučaj $r = R$, uvedimo stepen deformacije preko vrijednosti klizanja g u jednačinu (4), tada imamo da je

$$M = \frac{2\bar{u} R^3}{3} \int_0^g \bar{\tau}(g) g^2 dg. \quad (5)$$

Ako se pretpostavi da je moment uvijanja zavisan od stepena deformacije, poslije diferenciranja jednačine (5) dobija se da je

$$\bar{\tau} = \bar{\tau}(g) = \frac{1}{2\bar{u} R^3} (3M + g \frac{dM}{dg}). \quad (6)$$

Pored uticaja stepena deformacije na moment uvijanja, naročito pri toploj obradi deformacijom [3], mora se uzeti u obzir i uticaj brzine deformacije. Tada dobijamo prošireni oblik jednačine (6) koji glasi

$$\bar{\tau} = \bar{\tau}(g, \dot{g}) = \frac{1}{2\bar{u}R^3} (3M + g \frac{dM}{dg} + \dot{g} \frac{dM}{d\dot{g}}) \quad (7)$$

Izračunavanje napona na smicanje prema jednačini (7) vrlo je otežano zbog nepoznavanja zavisnosti momenta uvijanja od brzine i stepena deformacije. S obzirom da se uticaj stepena deformacije na moment uvijanja pri višim temperaturama, naročito iznad temperature rekristalizacije, i pri manjim brzinama deformacije može, sa dovoljnom tačnošću, zanemariti, tada jednačina (7) glasi

$$\bar{\tau} = \frac{M}{2\bar{u}R^3} (3 + m) \quad (8)$$

Odnosno jednačina za određivanje specifičnog deformacionog otpora, prema hipotezi o plastičnom tečenju Treska-s.Venan, glasi

$$k_f = \frac{M}{\bar{u}R^3} (3+m)$$

Polazeći od pretpostavke da u epruveti egzistira čisto smicanje, gdje su glavni naponi: $\sigma_1 = +\bar{\tau}$, $\sigma_2 = -\bar{\tau}$,

$\sigma_3 = 0$, odnosno glavni stepeni deformacije: $\varphi_1 = -\varphi_2 = g/2$, $\varphi_3 = 0$, tada dobijamo, na osnovu hipoteze o plastičnom tečenju prema Tresca-s.Venan, veličine za upotedni napon (σ_u), uporedni stepen (φ_u) i uporednu brzinu deformacije ($\dot{\varphi}_u$), i to:

$$\sigma_u = k_f = 2 ; \varphi_u = g/2 ; \dot{\varphi}_u = \dot{g}/2 \quad (10)$$

3. DEFINISANJE USLOVA ISPITIVANJA

Određjivanje specifičnog deformacionog otpora mesinga M 63 u zavisnosti od uticajnih faktora izvedeno je metodom toplg uvijanja.

Ispitivanja su izvedena na plastomjeru Instituta für Verformungskunde und Walzwerkwesen Tehničkog univerziteta u Clausthalu, SR Njemačka. Plastomjer se karakteriše mogućnošću zagrijavanja epruvete do 1500°C i kontinualnom promjenom broja obrtaja od 1 - 2000 min⁻¹. U toku ispitivanja registrovani su moment uvijanja, temperatura i broj uvijanja epruvete do loma.

Određjivanje specifičnog deformacionog otpora izvedeno je pri variranju temperature (T), brzine deformacije ($\dot{\varphi}$) i stepena deformacije (φ) u širim intervalima, i to:

$$T = 600 - 800^\circ\text{C},$$

$$\dot{\varphi} = 3 - 11 \text{ s}^{-1},$$

$$\varphi = 0,1 - 0,9.$$

U okviru ovih intervala planiranje eksperimenata je izvedeno na osnovu rotabilnog plana drugog stepena.

3.1. Postavljanje plana eksperimenata

U planiranju eksperimenata i matematičkoj obradi eksperimentalnih rezultata primijenjen je statistički višefaktorni metod koji omogućava, uz minimalni skup eksperimentalnih tačaka, raspoređenih po odredjenom algoritmu (višefaktornom planu), maksimum informacija o efektima matematičkog modela procesa.

Raspored eksperimentalnih tačaka izveden je prema centralnom kompozicionom planu u trofaktornom prostoru. Ukupan broj eksperimenata sa ponavljanjem u centralnoj tački iznosi

$$N = 2^k + 2k + n_0 = 20, \quad (11)$$

pri čemu je: k - broj faktora (k=3),
n₀ - broj ponavljanja u centralnoj tački plana (n₀ = 6).

Za matematički model zavisnosti specifičnog deformacionog otpora od uticajnih faktora usvaja se polinom drugog reda, to jest

$$y_u = k_f = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2, \quad (12)$$

gdje su b₀, b_i, b_{ij} i b_{ii} - koeficijenti

regresije. Za trofaktorni plan eksperimenata koeficijenti regresije se određuju prema sljedećim izrazima:

$$b_0 = 0,1663 \sum_{i=1}^3 y_u - 0,0568 \sum_{i=1}^3 x_i^2 y_u, \quad (13)$$

$$b_i = 0,0732 \sum_{j=1}^3 x_j y_u,$$

$$b_{ij} = 0,125 \sum_{k=1}^3 x_k y_u,$$

$$b_{ii} = 0,0625 \sum_{j=1}^3 x_j y_u + 0,0069 \sum_{j=1}^3 x_j^2 y_u - 0,0568 \sum_{j=1}^3 x_j^2.$$

Kodiranje faktora izvedeno je preko jednačina transformacije

$$x_i = \frac{X_i - X_{0i}}{w_i}, \quad i = 1, 2, 3 \quad (14)$$

gdje su: x_i - kodirana vrijednost faktora

X_i, X_{0i} - prirodne vrijednosti

faktora (odgovaraju tekućoj vrijednosti i vrijednosti na nultom nivou),

w_i - interval varijacije

faktora X_i čija je brojna vrijednost

jednaka razlici gornjeg i osnovnog nivoa, odnosno osnovnog i donjeg nivoa

Provjera adekvatnosti matematičkog modela izvedena je prema Fischer-u. Kod adekvatnog modela mora biti

$$F_t > F_r \quad (15)$$

gdje se vrijednost teorijskog faktora (F_t) određuje za vjerovatnoću od 95%.

Računska vrijednost faktora (F_r) određuje se iz odnosa

$$F_r = \frac{S_{ad}^2}{S_{\bar{Y}}^2}$$

gdje je disperzija razlika eksperimentalnih (y_i) i računskih vrijednosti (\hat{y}_i)

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{N - \frac{(k+2)(k+1)}{2} - (n-1)} \quad (17)$$

i disperzija rezultata za eksperimente srednjeg nivoa

$$S_{\bar{Y}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_0} (y_{0j} - \bar{y}_0)^2}{n_0 - 1} \quad (18)$$

Ocjena signifikantnosti konstanti b_0, b_i, b_{ii} i b_{ij} izvodi se prema t - kriterijumu.

Na osnovu poznate vrijednosti disperzije ponavljanja u nultoj tački

($S_{\bar{Y}}^2$) za $k = 3$ određuju se greške ocjenjivanja koeficijenata regresije b_0, b_i, b_{ii} i b_{ij} koristeći sljedeće izraze:

$$\begin{aligned} b_0 &= \pm 0,816 S_{\bar{Y}} \\ b_i &= \pm 0,542 S_{\bar{Y}} \\ b_{ii} &= \pm 0,708 S_{\bar{Y}} \\ b_{ij} &= \pm 0,526 S_{\bar{Y}} \end{aligned} \quad (19)$$

Ukoliko je apsolutna vrijednost koeficijenata regresije veća od njegove greške, koeficijent je signifikantan, u protivnom se isti može sa vjerovatnoćom od 95% izostaviti iz matematskog modela.

4. REZULTATI ISPITIVANJA

Za izračunavanje specifičnog deformacionog otpora prema jednačini (9) neophodno je na osnovu laboratorijskih ispitivanja utvrditi vrijednost momenta uvijanja (M) i koeficijent uticaja brzine deformacije na moment uvijanja (n).

U tablici 1 data je radna plan-

matrica centralnog kompozicionog rotabilnog plana sa ukupno N=20 eksperimenata.

Sa snimljenih dijagrama $M=f(g)$ određene su vrijednosti momenta uvijanja u zavisnosti od stepena deformacije i temperature.

Zavisnost momenta uvijanja od brzine deformacije pri konstantnoj temperaturi i stepenu deformacije može se aproksimirati u dvostrukom logaritamskom sistemu jednačinom oblika

$$\log M = \log M_0 + m \log \dot{g} \quad (20)$$

pri čemu je koeficijent regresije veći od 0,98.

U tablici 1 date su eksperimentom određene vrijednosti specifičnog deformacionog otpora mesinga $M_0 63$.

Statističko opisivanje zavisnosti specifičnog deformacionog otpora od uticajnih faktora $k_f=f(x_1, x_2, x_3)$ izvršeno je matematičkim modelom definisanim jednačinom (12).

Na osnovu podataka iz radne-plan matrice i jednačina (13) određene su vrijednosti koeficijenata regresije. Zamjenjujući dobijene vrijednosti koeficijenata u jednačini (12) dobija se matematička zavisnost specifičnog deformacionog otpora od uticajnih faktora koja glasi

$$\begin{aligned} \hat{k}_f &= 20,935 - 6,314x_1 + 0,383x_2 + 0,572x_3 + \\ & 0,572x_3 - 0,43x_1x_2 - 0,125x_1x_3 + 0,035x_2x_3 \\ & - 0,181x_1^2 - 0,639x_2^2 + 0,048x_3^2 \end{aligned} \quad (21)$$

Zamjenjujući u jednačini (21) kodirane vrijednosti faktora x_1, x_2 i x_3 za svaku tačku višefaktornog plana eksperimenta, određene su modelske vrijednosti specifičnog deformacionog otpora, koje su unijete u plan-matricu.

Provjerom adekvatnosti predloženog matematičkog modela konstatuje se da je zadovoljen uslov $F_t > F_r$, to jest da se model drugog reda, definisan jednačinom (21), može računati adekvatnim sa vjerovatnoćom od 95%.

Upoređujući apsolutne vrijednosti koeficijenata regresije sa njihovim greškama možemo konstatovati sa vjerovatnoćom od 95% da su svi koeficijenti regresije signifikantni, osim b_{13}, b_{23}, b_{22} i b_{33} .

Prema tome, konačni oblik matematičkog modela koji definiše zavisnost specifičnog deformacionog otpora od temperature, brzine i stepena deformacije glasi

$$\hat{k}_f = 20,935 - 6,314x_1 + 0,383x_2 + 0,572x_3 - 0,43x_1x_2 - 0,181x_1^2 - 0,639x_2^2 \quad (22)$$

gdje je

$$x_1 = \frac{T-700}{50},$$

$$x_2 = \frac{\varphi-0,5}{0,2},$$

$$x_3 = \frac{\dot{\varphi}-7,2}{2}.$$

Zavisnost specifičnog deformacionog

otpora od stepena deformacije pri konstantnoj temperaturi i brzini deformacije definiše takozvanu krivu tečenja ili dijagram efektivnih napona. Na sl.1. prikazane su krive tečenja za mesing M_s63.

Upoređujući krive tečenja prema položaju i obliku, dobijene jednofaktornim metodom ispitivanja [4] i krive tečenja, definisane jednačinom (21) pri konstantnoj temperaturi i brzini deformacije, dobijene višefaktornim planom

Tabela 1. Radna plan-matrica

Broj eksperimenta	Komponente plana	PLAN - MATRICA									Exp.	Modelski	
		x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₁ ²	x ₂ ²	x ₃ ²	x ₁ x ₂	x ₁ x ₃	x ₂ x ₃	rezultati k _f	rezultati k̂ _f
1	2 ^k	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	25.69	25.00
2		+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	13.86	13.48
3		+1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	27.16	26.56
4		+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	13.61	13.32
5		-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	26.68	26.32
6		+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	14.35	14.37
7		+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	28.29	28.02
8		+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	14.24	14.28
9	2 ^k	+1	-1.68	0	0	2.82	0	0	0	0	0	30.50	31.03
10		+1	+1.68	0	0	2.82	0	0	0	0	0	10.00	9.82
11		+1	0	-1.68	0	0	2.82	0	0	0	0	18.20	18.50
12		+1	0	+1.68	0	0	2.82	0	0	0	0	19.70	19.77
13		+1	0	0	-1.68	0	0	2.82	0	0	0	19.80	20.11
14		+1	0	0	+1.68	0	0	2.82	0	0	0	22.00	22.03
15	2 ⁰	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	20.80	20.93	
16		+1	0	0	0	0	0	0	0	0	21.20	20.93	
17		+1	0	0	0	0	0	0	0	0	21.25	20.93	
18		+1	0	0	0	0	0	0	0	0	20.75	20.93	
19		+1	0	0	0	0	0	0	0	0	20.70	20.93	
20		+1	0	0	0	0	0	0	0	0	21.30	20.93	
Koeficijenti regresije		b ₀ = 20.935	b ₁ = -6.314	b ₂ = 0.383	b ₃ = 0.572	b ₁₁ = -0.1807	b ₂₂ = -0.639		b ₁₂ = -0.43			Model je adekvatan	

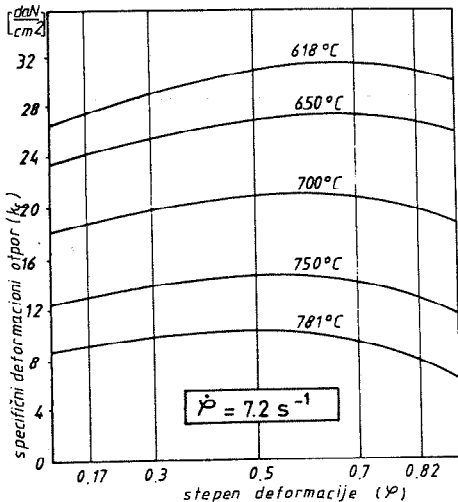
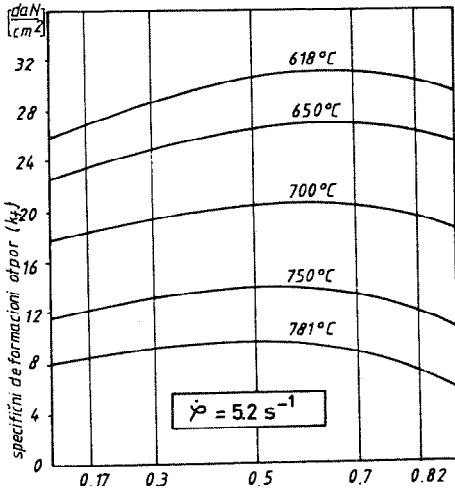
eksperimenta, može se konstatovati velika međusobna podudarnost. Međutim, velike su razlike u troškovima i vremenu trajanja eksperimentalnog procesa. Broj eksperimenata pri rotatabilnom planiranju drugog reda iznosio je

$$N = 2^k + 2k + n_0 = 20,$$

dok je ovaj broj u klasičnom jednofaktornom metodu po pravilu

$$N = 2 \cdot 3^k = 54.$$

Odnos broja eksperimenata u oba metoda, odnosno plana ispitivanja, daje



Sl.1. Krive tečenja resinga Ms63 pri različitim temperaturama i brzinama deformacije

određenu predstavu o visini troškova i vremenu trajanja ispitivanja u okviru istih.

5. ZAKLJUČAK

Imajući u vidu značaj poznavanja vrijednosti specifičnog deformacionog otpora, kao parametra obradivosti materijala, u radu je prikazano njegovo određivanje metodom toplog uvijanja za mesing Ms63 u zavisnosti od temperature, brzine i stepena deformacije.

U cilju iznalaženja matematičkog modela zavisnosti specifičnog deformacionog otpora mesinga Ms63 od uticajnih

faktora, primijenjen je rotatabilni plan drugog reda, koji omogućava da uz minimalni skup eksperimentalnih tačaka raspoređenih po određenom algoritmu ostvarimo maksimum informacija o efektima matematičkog modela procesa.

Za zavisnost specifičnog deformacionog otpora mesinga Ms63 od uticajnih faktora predlaže se matematički model oblika

$$k_f = 20,935 - 6,314x_1 + 0,383x_2 + 0,572x_3 - 0,43x_1x_2 - 0,181x_1^2 - 0,639x_2^2,$$

gđje je

$$x_1 = \frac{T - 700}{50},$$

$$x_2 = \frac{\varphi - 0,5}{0,2},$$

$$x_3 = \frac{\dot{\varphi} - 7,2}{2},$$

definisani sa svega N=20 mjernih tačaka.

LITERATURA

- [1] Tihomirov, V.B.: Planirovanie i analiza eksperimenta, Moskva "Legkaja industrija", 1974.
- [2] Stanić, J.: Metod inženjerskih mjerenja, Mašinski fakultet, Beograd, 1975.
- [3] R.Kovačević, P.Funke, Ermittlung der Formänderungsfestigkeit im Warmverdrehversuch, Stahl und Eisen, 98 (1978) Nr.21
- [4] R.Kovačević, P.Funke, Ermittlung der Formänderungsfestigkeit im Warmverdrehversuch des Messings Ms63, 2. Internationale Wissenschaftliche Konferenz, Ostrava, ČSSR, 9-11.9.1980.



UTICAJ PLANSKIH POPRAVKI NA POUZDANOST

KRSTESKI Zivko, dipl.ing.
Rudnici i železarnica "Skopje",
Skopje
Jugoslavija

Ovaj rad razmatra, najpre savremeni pristup terotehnologije planskim popravkama sa stanovišta minimalnih ukupnih troškova, a zatim se osvrće i na sam uticaj planskih popravki na raspoloživost. Na kraju rezultate, koji se odnose na poboljšanje raspoloživosti sistema nakon izvršenih planskih popravki, potvrđuje jednim primerom: planskom popravkom valjaoničke pruge.

1. UVOD

Sa stanovišta proizvodnje poželjno je da se sredstva za rad ne kvare, da kvarovi budu što manji, da to budu kvarovi koji se mogu predvideti i da se popravke vrše u što kraćem vremenskom roku. Stoga je za proizvodnju ponašanje sredstava za rad u vezi sa kvarom, vremenom potrebnim za održavanje i u vezi sa raspoloživošću veoma važno. Od toga zavisi planiranje i izvršavanje proizvodnje.

Merljive karakteristike kojima se određuje pomenuto, za proizvodnju tako važno, ponašanje sredstava za rad su: pouzdanost, sposobnost za održavanje i raspoloživost.

Pouzdanost se definiše kao verovatnoća da će sistem obaviti postavljeni zadatak u zadanom roku, pod određenim operacionim uslovima i uslovima okoline, bilo da sistem počinje da obavlja nov zadatak ili nastavlja prekinuti.

Morse je pokazao na dijagramu (slika br. 1) različite karakteristike pouzdanosti sistema koje se mogu naći. Vrlo razvijena teorija pouzdanosti i dosadašnja istraživanja omogućavaju da se predvodi pouzdanost sistema u vreme njegovog projektovanja. U slučaju potrebe pouzdanost sistema može se povećati ponovnim projektovanjem.

Sposobnost za održavanje definiše se kao verovatnoća da će se popravka uspešno obaviti u određenom roku od momenta kada se kvar uoči, a pod određenim uslovima organizacije održavanja. Sposobnost za održavanje razuvajamo na sposobnost za preventivno i sposobnost za korektivno održavanje. Poznavanje sposobnosti za održavanje sistema je manje razvijenog nego poznavanje pouzdanosti.

Raspoloživost (sposobnost ili spremnost za rad) se definiše kao odnos vremena u kome je sistem u upotrebljivom stanju i ukupnog vremena u kome je sistem u upotrebljivom i neupotrebljivom stanju, mereno u određenom vremenskom periodu. Poznavanje raspoloživosti sistema je još manje razvijeno nego poznavanje pouzdanosti i sposobnosti za održavanje. Međutim, kako su pouzdanost, sposobnost za održavanje, i raspoloživost u određenom odnosu, praktično se primenjuju modeli i standardi za pouzdanost i sposobnost za održavanje za određivanje raspoloživosti sistema. Proizvod broja kvarova u određenom vremenskom periodu i srednjeg vremena za održavanje po kvaru u istom vremenskom periodu, predstavlja vreme u kome je sistem nerasploživ za upotrebu. Na osnovu proračunatog vremena u kome je sistem u neupotrebljivom stanju određuje se raspoloživost sistema za određeni vremenski period. Slika br. 2 pokazuje da se određena raspoloživost može postići pomoću nekoliko kombinacija pouzdanosti i vremena održavanja.

U praksi se sistem ne upotrebljava za proizvodnju ne samo zbog nastalih kvarova koje onemogućavaju normalan rad, već i zbog planskih, tehnoloških i drugih potreba.

Stvarna raspoloživost sistema u procesu proizvodnje nije samo funkcija pouzdanosti i sposobnosti za preventivno i korektivno održavanje, već zavisi u velikoj meri od celokupne organizacije i tehnologije proizvodnog procesa.

Da bi povećali stvarnu raspoloživost sistema treba stalno da usavršavamo tehnologiju i organizaciju proizvodnog procesa i plansko-preventivno i korektivno održavanje sistema.

U ovome radu će biti reči samo o uticaju planskih popravki na raspoloživost sistema.

2. SAVREMENI PRISTUP PLANSKIM POPRAVKAMA

Planske popravke vrše se periodično radi obnove ili zamene istrošenih i oštećenih delova sa ciljem da se održi zadovoljavajuća proizvodna sposobnost sredstava za rad u toku njihovog ekonomski opravdanog radnog veka.

Zbog svoje periodičnosti i zbog toga što se radovi vrše pre nastanka kvara, planske popravke spadaju u plansko-preventivno održavanje, dakle u grupi radova održavanja gde su još: preventivni pregledi, čišćenje, podmazivanje, kontrolni pregledi i traženje i otklanjanje slabih mesta.

Planske popravke sasvim sigurno povećavaju raspoloživost (spremnost, sposobnost za rad) sredstva za rad, ali u isto vreme predstavljaju veliki trošak radi potrošnje sredstava (radne snage, rezervnih delova i sklopova, materijala i sl.) i radi isključivanja sredstava za rad iz proizvodnog procesa. Zbog toga centralno pitanje kod organizacije planskih popravki je obezbeđenje minimalnih ukupnih troškova.

Kriva troškova održavanja (slika br. 3) pokazuje da se vreme u kvaru smanjuje kontinuirano do nule, kada se troškovi održavanja povećavaju. Međutim, praktična iskustva pokazuju da postoji granica smanjivanja vremena u kvaru (slika br. 4) koja se može postići. Posle te granice pojačano održavanje t.e. povećani troškovi povećavaju vreme u kvaru. Ovaj efekat je poznat kao "preterano održavanje".

Zbog ovih razloga intenzitet održavanja, u ovom slučaju intenzitet planskih popravki, mora biti optimalan da obezbedi minimum ukupnih troškova (slika br. 5).

Težeći ka minimalnim ukupnim troškovima (slika br. 5) savremeni razvoj terotehnologije preporučuje:

- da se ne obavljaju velike planske popravke,
- da se planske popravke obavljaju u što manjim jedinicama rada i vremena i
- da se sve popravke kvarova obavljaju za vreme pogona sredstava za rad ili u vreme tehnoloških i drugih zastoja proizvodnje.

Određeni nivo planskih popravki je ipak neminovan. Tako na primer, u crnoj metalurgiji je nemoguće sve potrebne intervencije održavanja na ključnim proizvodnim agregatima (na visokim pećima, elektropećima, valjaoničkim stanovima, zagrevnim agregatima itd.) obavljati za vreme pogona ili u vreme tehnoloških i drugih normalnih zastoja. Popravka kvarova sredstava za rad većeg obima koje traže duži zastoj treba da se obavljaju planski, nakon vrlo dobre tehnološke i operativne pripreme, u što kraćem vremenu.

Savremeni razvoj terotehnologije je dao i određene rezultate.

U metalurgiji pre 15 godina, planska popravka na valjaoničkoj pruži je trajala 20 do 40 dana, a danas u najnaprednijim željezarama traje 5 dana. Ostale popravke vrše se takodje planski za kratko vreme, za nekoliko sati do jednog dana, uz vrlo dobru pripremu, za vreme normalnih tehnoloških zastoja.

Da bi mogli obavljati planske popravke koje obezbeđuju ukupne minimalne troškove, potrebno je prethodno organizovati praćenje stanja sastavnih delova, sklopova i sredstava za rad u celini preko preventivnih i kontrolnih pregleda.

Kada bi bilo moguće poredjati sve preventivno-planske radove održavanja po nekom redosledu prioriteta, onda bi bile planske popravke na poslednjem mestu, jer su veoma skupe. To će reći da najpre treba organizovati izvršavanje čišćenja i podmazivanja, čime se direktno sprečavaju kvarovi, a zatim preventivne preglede, kontrolne preglede i traženja i otklanjanja slabih mesta, čime se indirektno onemogućuju kvarovi. Stoga svi značajni izvori informacija za pripremu spiskova aktivnosti planskih popravki sredstava za rad (kartoteka kvarova i kartoteka slabih mesta) su rezultat sistematskog praćenja i sakupljanja podataka u toku proizvodnje i u toku izvodjenja preventivnih pregleda, čišćenja, podmazivanja, kontrolnih pregleda i traženja i otklanjanja slabih mesta. Naime, one kvarove koji još nisu prouzrokovali zastoj sredstava za rad i koje nismo mogli da otklonimo u toku izvodjenja preventivnih i kontrolnih pregleda ili malo kasnije nakon izvršenih potrebnih tehnoloških i operativnih priprema, otklanjamo u vreme izvršavanja planskih popravki. Takodje, u vreme izvršavanja planskih popravki predvidjamo radove, na osnovu tehnički pripremljenih rešenja, za otklanjanje slabih mesta sredstava za rad izmenom konstrukcije, materijala, izrade i boljom montažom.

3. PLANKE POPRAVKE I RASPOLOŽIVOST

U definiciji za planske popravke kaže se da je njihov cilj da se održi dobra raspoloživost, tj. spremnost ili sposobnost za rad sredstava za rad.

U toku rada izdržljivost sastavnih delova sredstava za rad se menja. Ta izdržljivost sastavnih delova prati se preventivnim pregledima po nekom karakterističnom svojstvu koje se menja (slika br. 6) od početne vrednosti do opasne granice po krivama A, B i C. Kriva C je prilično neosetljiva i svojstvo koje se menja tako je nepogodno za praćenje stanja. Odluka o potrebi zamene ili obnove dela donosi se kada izmerena vrednost karakterističnog svojstva predje kontrolnu, tj. graničnu vrednost do koje se izmena karakterističnog svojstva ne smatra kvarom. Vremenski interval u kome se mora izvršiti zamena ili obnova dela je vreme dok se karakteris-

tično svojstvo nalazi u tranicama od kontrolne do opasne vrednosti. Zamenom ili obnavljanjem dela izbegava se kvar koji prouzrokuje zastoj sredstava za rad. Time se vrednost karakterističnog svojstva penje na početnu vrednost, a raspoložljivost (spremnost ili sposobnost za rad) sredstva za rad drži u zadovoljavajućoj meri.

Slaba mesta na sredstvima za rad su sastavni delovi, sklopovi i cele funkcionalne grupe koji se nenormalno često kvare. Ti nenormalno česti kvarovi na slabim mestima smanjuju raspoloživost. Otklanjanjem slabih mesta u toku planskih popravki takođe se povećava raspoloživost time što se smanjuju kvarovi i zastoji usled tih kvarova na sredstvima za rad.

4. PRIMER

Planske popravke na sredstvima za rad valjaoničke pruge u pogonu Valjaonica slaboga i uebelog lima železare "Škopje" u Skoplju vrše se dva puta godišnje i to u aprilu i oktobru. Vreme trajanja svake planske popravke je od 3 do 10 dana ili ukupno od 10 do 20 dana godišnje.

Preventivnim i kontrolnim pregledima prati se stanje sastavnih delova, sklopova i sredstava za rad u celini na valjačkoj pruži. Za horizontalni i vertikalni valjaonički stan i za lineale, kao za ključna proizvodna sredstva za rad valjaoničke pruge, predviđen je svakog dana na početku prve smene zastoj za redovni pregled od 0,5 sati ili ukupno 15 sati mesečno.

Glavni planski mesečni zastoji valjaoničke pruge predviđeni su za menjanje radnih i potpornih valjaka i iznose ukupno 65 časa mesečno. Menjanje valjaka se vrši oko 90 puta mesečno. Zamena potpornih valjaka traje mnogo duže nego zamena radnih valjaka i to 16 sati po jednom kompletu.

Osim ovih planiranih zastoja za zamenu radnih i potpornih valjaka skoro redovno se pojavljuju neplanirani tehnološki zastoji od oko 100 sati mesečno.

Preventivnim i kontrolnim pregledima pronađene kvarove ispod granične vrednosti, pojavljene kvarove u toku proizvodnog procesa uz vrlo dobru tehnološku i operativnu pripremu otklanjaju se za kratko vreme u vreme planskih zastoja za zamenu potpornih i radnih valjaka i u vreme tehnoloških zastoja.

One kvarove, koji se ne mogu zbog većeg ovima radova i zbog toga što je potreban duži zastoj otkloniti u vreme pomenutih mesečnih normalnih planskih i tehnoloških zastoja, otklanjaju se za vreme godišnjih planskih popravki.

Redovne godišnje planske popravke koristimo i za vršenje pregleda i potrebnih popravaka na sastavnim delovima zupčastih prenosnika, kotrljača i slično, za koje je zbog velikog obima radova potreban duži zastoj.

Postignuti rezultati uglavnom se izražavaju time što se nakon godišnjih planskih

popravki raspoloživost povećava se za 5-10% i u toku šest meseci drži u zadovoljavajućoj meri tako da se valjaoničkom prupom može ispuniti i prebaciti mesečni proizvodni plan.

5. ZAKLJUČAK

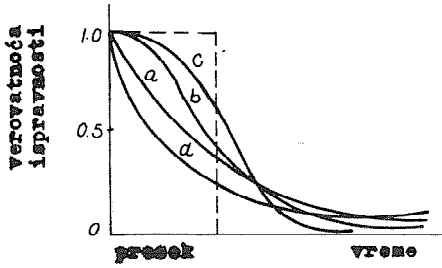
Planski popravci, iako predstavljaju veliki trošak, su korisni pogotovu kad se racionalno obavljaju u malim jedinicama rada i vremena i to u vreme normalnih tehnoloških i drugih zastoja proizvodnje.

Da bi se planski popravci obavljali za što kraće vreme potrebno je da se tehnološki i operativno veoma dobro pripreme.

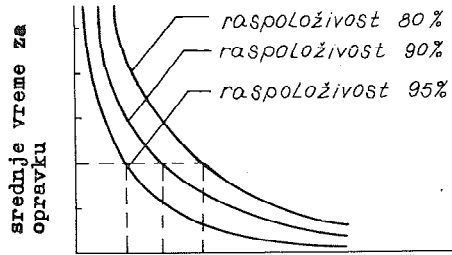
Planskim popravkama, kada se menjaju i obnavljaju delovi i otklanjaju slaba mesta, osvežavamo sredstva za rad tako da se kvarovi odnosno zastoji smanjuju, a raspoloživost, spremnost ili sposobnost za rad raste.

LITERATURA

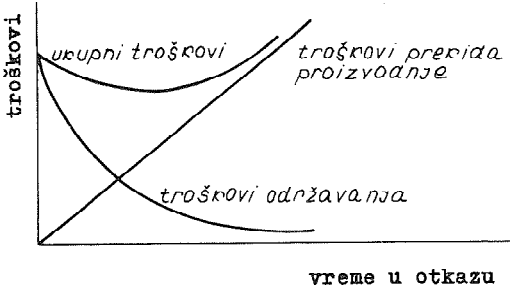
1. W.M.J. Geraerds
2. Komplet za terotehnologiju Velika Britanija "Aspekti održavanja u terotehnologiji"
3. Emil Rejec - "Preventivno - plansko održavanje"
4. Živko Krsteski - "Izvori informacija za pripremu planskih popravki"



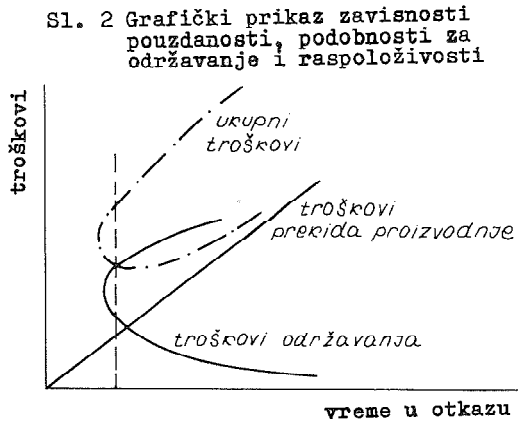
Sl. 1 Karakteristika pouzdanosti



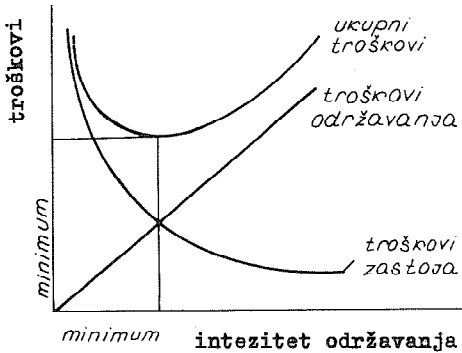
otkazi po ciklusu proizvodnje



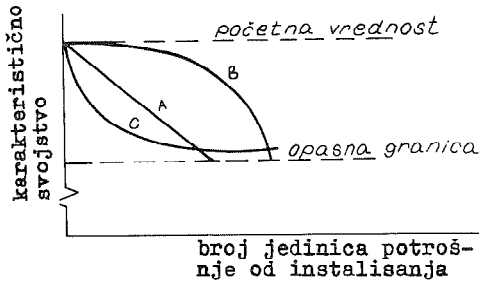
Sl. 3 Odnos troškova održavanja i gubitaka u proizvodnji



Sl. 4 Veza između troškova održavanja i troškova zbog prekida proizvodnje (korigovano)



Sl. 5 Troškovi i intenzitet održavanja



Sl.6 Krive trajnosti

ZNAČILNOSTI OBRABE NA REZALNEM ROBU ORODJA IZ
KARBIDNIH TRDIN PRI REZANJU JEKEL ZA AVTOMATE

POLDE LESKOVAR, JANEZ GRUM

Fakulteta za strojništvo
Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani
Jugoslavija

Prispevek prinaša nekaj značilnih zanimivosti raziskav rezalnega robu pri rezanju jekel za avtomate, ki jim dodajamo kot karakteristični dodatek za obdelavo žveplo ali žveplo in svinec. Taka jekla so uvrščena kot jekla z visokim indeksom obdelovalnosti. Rezultati raziskav kažejo, da ima lahko dodatek žveplo ali svinec zaznaven vpliv ne samo na generiranje odrezka temveč tudi na obliko in velikost obrabe tako na prosti kakor tudi na cepilni ploskvi. Dosedanje raziskave so pokazale zelo nazorno, da daje kriterij obrabe na prosti ploskvi premalo informacij o obratovalni dobi orodja. Karakteristične velikosti kotanje na cepilni ploskvi kažejo, da je pri enaki obrabi na prosti ploskvi le-ta lahko bistveno različna. Rezultati raziskav so vrednoteni s posebno topografsko tehniko in dajejo celovitejši vpogled na obrabni proces na cepilni ploskvi. Obrabni proces je zasledovan v odvisnosti od časa rezanja pri različnih hitrostih in podajanjih. Poleg obrabe pa je v prispevku obdelana tudi analiza nalepljanja na rezalni rob oziroma obrabne površine. Nalepki so analizirani tako z elektronskim mikroskopom kakor tudi z elektronskim mikroanalizatorjem.

1. UVOD

Jekla za avtomate so namenjena izdelavi serijskih delov na avtomatskih obdelovalnih strojih v vseh vejah kovinske in elektro industrije. Uporabljajo se za proizvodnjo vijakov, matic, osi, gredi, čepov, dele ventilov, dele črpalk in druge najrazličnejše dele serijske proizvodnje.

Ta jekla so lahko kvalitetna ogljikova jekla in legirana nerjavna jekla pri katerih so kemijska sestava, trdnostne lastnosti in mikrostruktura prirejene, da dosežemo zelo dobro obdelovalnost. Vsa ta domača jekla delimo v štiri skupine: jekla z visokim indeksom obdelovalnosti, jekla za cementiranje, jekla za poboljšanje in nerjavna jekla. Dobimo pa jih v različnih dobavljenih stanjih in sicer: hladno vlečena, luščena, brušena, poboljšana in žarjena.

Obdelovalnost materaila, zelo pomembna tehnološka lastnost pri teh jeklih, je definirana z velikostjo rezalnih sil, obratovalno dobo orodja, obliko odrezkov in doseženo kvaliteto površine obdelovanca. Posebej poboljšano obdelovalnost v domačih jeklih dosežemo z dodatki žvepla in svinca v različnih razmerjih. Oba značilna elementa dodajamo z namenom, da ustvarimo mikrostrukturo v obliki vključkov žvepla oziroma manganovega sulfida in fino dispergirane svinca.

2. POMEN RAZISKAV OBRABE

Značilna elementa v jeklih za avtomate (žveplo, svinec) vplivata v tolikšni meri na obdelovalnost, da ju moramo obravnavati popolnoma ločeno. Na obdelovalnost jekel v veliki meri vplivajo: kemična sestava, vrsta, količina in porazdelitev vključkov. Vključke razdelimo v štiri skupine in sicer:

- trdi abrazivni vključki, ki močno slabšajo obdelovalnost (Al_2O_3 , SiO_2 , Cr_2O_3 , TiN ipd.);
- nekovinski vključki, ki ugodno vplivajo na obdelovalnost (MnS , FeS , $MnSe$, $MnFe$ ipd.);
- čiste kovine, ki prav tako ugodno vplivajo na obdelovalnost (Pb , Bi ipd.);
- vključki z neizrazitim vplivom na obdelovalnost (FeO , MnO).

Prisotnost, prav tako pa tudi velikost in porazdelitev najrazličnejših vključkov je vezana na tehnologijo pridobivanja oziroma predelavo jekla. V jeklih za avtomate so zaželjeni predvsem nekovinski vključki in vključki čistih kovin.

V obdelovalnem procesu je najpomembnejši podatek velikost rezalnih sil, ki so posledica rezalnih pogojev in kontaktnega trenja med orodjem in obdelovancem ter od elastoplastičnih deformacij v strižni coni. Posledica tega je bolj ali manj intenziven razvoj toplote,

ki v največji meri vpliva na orodje, manjši pa je prehod toplote v odrezek, a še manjši v obdelovanec. Iz znanih razprav o toplotnih razmerah lahko ugotovimo, da se pojavljajo najvišje temperature nekoliko odmaknjeno od rezalnega robu v smeri cepilne ploskve. Enako pomembni a zelo zapleteni so fizikalno-kemični procesi, ki potekajo praktično med popolnoma čistimi kontaktnimi površinami orodja in obdelovanca. V našem primeru smo izbrali mejno obrabo na prosti ploskvi za grobo obdelavo $VB = 0,4 \dots 0,6$ mm in pri tem dobili dokaj različno oblikovano kotanje isto obrabo na cepilni ploskvi pri obdelavi različnih jekel za avtomate. Za raziskavo smo izbrali tri vrste jekel, od katerih sta dva z visokim indeksom obdelovalnosti č.3990 in ATJ 100 Pb in jeklo za cementiranje ATJ 50 C. Naša naloga je, da ugotovimo vpliv dodatkov žvepla in svinca na obliko in velikost obrabe na prosti in cepilni ploskvi. Dosedanje raziskave so zelo nazorno nakazale, da daje znani kriterij obrabe na prosti ploskvi VB premalo informacij o obratovalni dobi orodja. Pri obdelavi različnih materialov se lahko značilne velikosti kotanje na cepilni ploskvi močno razlikujejo pri enakem obdelovalnem pogoju in enaki obrabi na prosti ploskvi /1, 2, 3/.

3. ZASNOVA RAZISKAV

Namen naloge je bil raziskati značilnosti obrabe na rezalnem robu orodij iz karbidnih trdin pri rezanju jekel za avtomate z različnimi obdelovalnimi pogoji. V tabeli 1 imamo podane podatke o vrsti jekla, kemični sestavi in mehanskih lastnostih.

Pri raziskavah smo izbrali naslednje obdelovalne pogoje:

- hitrosti rezanja: $v_1 = 250$ m/min
 $v_2 = 375$ m/min
 $v_3 = 500$ m/min
- podajanje $s_1 = 0,132$ mm/vrtlj
 $s_2 = 0,222$ mm/vrtlj
- globina rezanja $a = 2$ mm
- vrsta rezalnega orodja: karbidna trdina domačega proizvajalca SINTAL z oznako SPUN - SV 08 kvalitete P10
- geometrija rezalnega orodja:
 - prosti kot $\alpha = 5^{\circ}$
 - cepilni kot $\gamma = 6^{\circ}$
 - nagibni kot $\lambda = 0^{\circ}$
 - nastavni kot $\kappa = 75^{\circ}$
 - kot konice $\epsilon = 90$
 - radij konice $r = 0,8$ mm

4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI IN ANALIZA

4.1. Vključki v jeklih za avtomate

Kot smo že uvodoma ugotovili je zelo pomemben podatek za obdelovalnost velikost, obli-

ka in gostota nekovinskih vključkov. Najugodnejša je globulitična oblika sulfidnih in oksid-sulfidnih vključkov. Danes kontroliramo pri jeklih za avtomate obdelovalnost, ki jo izražamo v relativni obliki z indeksom obdelovalnosti /4 - 11/. Obliko vključkov, ki so pa v tesni povezavi z obdelovalnostjo pa izražamo z indeksom sulfidnih vključkov, ki ga določimo prav tako po primerjalni metodi posebej prirejene za ta jekla. Vključki so razvrščeni v dvanajst razredov od 1 ... 12, in upošteva samo obliko ne pa velikosti vključkov /10, 11/. V razredu 1 imamo močno razpotegnjene sulfidne vključke, ki pa postopoma od razreda 12 preidejo v globulitično obliko. Med indeksom obdelovalnosti in indeksom sulfidnih vključkov obstaja medsebojna povezava s koeficientom korelacije 0,67. Iz omenjene raziskave lahko povzamemo, da pri zelo razpotegnjenih vključkih, ki so vključeni v razrede od 1 - 3 ne dosežejo spodnje meje obdelovalnosti. Pri naših meritvah smo se omejili na ugotavljanje velikosti manganovega sulfida in svinca (debeline in dolžine) s pomočjo optičnega mikroskopa z merilnim okularjem. Meritve smo opravili na fino poliranih vzorcih v vzdolžnem prerezu vlečene palice pri 256 kratni povečavi. (slika 1, 2).

V tabeli 2 so prikazani rezultati izračunanih povprečnih vrednosti za debelino, dolžino oziroma razmerje med dolžino in debelino vključka manganovega sulfida MnS.

Iz rezultatov zbranih v tabeli lahko zaključimo, da je razmerje širina proti dolžini izredno veliko in obdelovalnost zaradi neprimerne oblike manganovega sulfida močno pade.

4.2. Značilne veličine obrabe

Znano je, da se pojavlja na rezalnem robu obraba na prosti ploskvi VB in obraba na cepilni ploskvi globina kotanje KT in širina kotanje KB. Obraba na prosti ploskvi VB služi pogostokrat kot kriterij za zamenjavo orodja. Primerjava časovnega poteka obrabe na prosti ploskvi je prikazana na slikah 3 in 4 za vse tri vrste jekel in pri rezalni hitrosti $V_1 = 250$ m/min ter obeh podajanjih $s_1 = 0,132$ mm/vrtlj, $s_2 = 0,222$ mm/vrtlj. V splošnem lahko ugotovimo, da imajo vse krivulje obrabe na prosti ploskvi VB podobno tendenco naraščanja. Obrabo na prosti ploskvi lahko razdelimo v tri faze: v začetku narašča obraba močno, pozneje komaj zaznavno in na koncu zopet zelo močno. Pri zadnji fazi lahko pride tudi do zloma orodja. Kdaj pride do zloma rezalnega robu pa je v tesni povezavi z naraščanjem globine kotanje KT na cepilni ploskvi oziroma od hitrosti zmanjševanja debeline nosilnega dela robu na orodju f. Posledica tega je trdnostno slabšanje rezalnega robu in zvečanje možnosti za sprejemanje dinamičnih pojavov med orodjem in obdelovancem, ki pogostokrat rezultira v porušitev rezalnega robu.

OZNAKA JEKLA ZA AVTOMATE		KEMIJSKA SESTAVA						MEHANSKE LASTNOSTI			
		C	Mn	Si	P	S	Pb	σ_M	$\sigma_{0,2}$	δ_5	HB
		%	%	%	%	%	%	N/mm ²	N/mm ²	%	-
jeklo z visokim indeksom obdelovalnosti	č. 3990	0,10	1,05	0,06	0,09	0,30	-	500	310	9	155
	ATJ 100 Pb	0,12	1,06	0,05	0,084	0,30	0,24	585	310	9	175
jeklo za cementiranje	ATJ 50 C	0,15	1,31	0,30	0,018	0,106	0,21	622	290	17	175

Tabela 1

JEKLO	ŠTEVILO MERITEV	POVPREČNA DEBELINA VKLJUČKA	POVPREČNA DOLŽINA VKLJUČKA	RAZMERJE
	n	\bar{d}	\bar{l}	\bar{l}/\bar{d}
	-	x 10 ⁻³ mm	x 10 ⁻³ mm	-
č. 3990	278	5,89	30,41	6,27
ATJ 100 Pb	332	4,36	39,81	11,17
ATJ 50 C	258	4,31	40,68	10,81

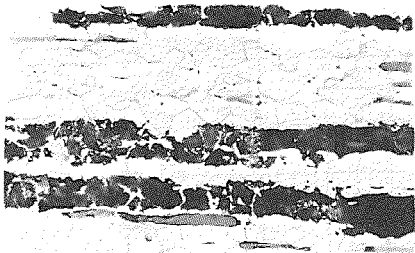
Tabela 2

Zelo pomembno je istočasno zasledovanje spreminjanja obrabe na prosti ploskvi in naraščanje globine kotanje KT pri isti hitrosti v_1 in obeh podajanjih s_1 in s_2 . Globina kotanje najhitreje narašča pri jeklu č. 3990, ki vsebuje kot legirni element samo žveplo, dočim pri drugih dveh jeklih nekoliko močnejše narašča kotanja pri podajanju s_2 , kot pri podajanju s_1 . Jekli ATJ 100 Pb in ATJ 50 C imata kljub različnim vsebnostim legirnih elementov (žveplo in svinec) precej podoben in pričakovan potek naraščanja globine kotanje KT. Le-ta je nekoliko večja pri jeklu ATJ 50 C.

Popolnejšo sliko kako se obnaša posamezno jeklo pri obdelavi dobimo če analiziramo sliki 5 in 6. Prav tako pri najmanjši rezalni hitrosti v_1 in obeh podajanjih s_1 in s_2 za vse tri vrste jekel. Obraba na prosti ploskvi je skoraj neodvisna od podajanja, očitnejša je pa razlika v globini kotanje po 15 minutah rezanja. Globina kotanje je zelo izrazita pri jeklu č. 3990 in približno 4 x večja kot pri ostalih dveh jeklih. Glavna rezalna sila F_z je v mejah pričakovanja in odvisna od podajanja za jekli č. 3990, ATJ 50 C ter enaka pri jeklu ATJ 100 Pb za oba podajanja.

4.3. Topografija obrabe na cepilni ploskvi

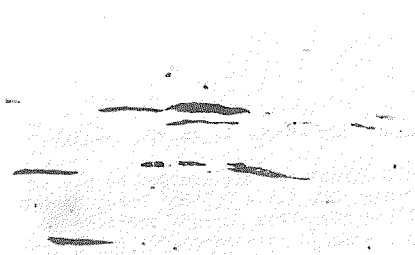
Kotanjasto obrabo smo zasledovali na površini rezalnega robu 1,5 x 2,5 mm² tako, da smo napravili 14 posnetkov reliefa površine in smo nato s pomočjo njih sestavili topografsko sliko stanja orodja ter določili karakteristične veličine obrabe na cepilni ploskvi. Postopek merjenja je prikazan v delu /3/. Topografije obrabe na cepilni ploskvi so prikazane samo za rezalno hitrost $v_1 = 250$ m/min in pri obeh podajanjih $s_1 = 0,132$ mm/vrtlj (slike 7, 9, 11), $s_2 = 0,222$ mm/vrtlj (slike 8, 10, 12) in za vse tri vrste jekel. Pri obdelavi jekla ATJ 100 Pb dobimo pri hitrosti v_1 in podajanju s_1 po času $t = 31,30$ min kotanjo širine KB = 500 μ m in globine KT = 24 μ m pri obrabi na prosti ploskvi VB = 0,51 mm. Pri obdelavi jekla č. 3990 dosežemo pri enakih pogojih rezanja na rezalnem robu po času $t = 26,24$ min širino kotanje KB = 650 μ m, globino KT = 62 μ m in obrabo na prosti ploskvi VB = 0,65 mm. Pri obdelavi jekla ATJ 50 C pri enakih pogojih rezanja pa dosežemo na rezalnem robu po času $t = 37,78$ min širino kotanje KB = 500 μ m, najmanjšo globino kotanje KT = 22 μ m pri obrabi na prosti ploskvi VB = 0,42 mm.



Slika 1 Struktura jekla ATJ 50 C povečava 160 x



a - prečni prerez



b - vzdolžni prerez

Slika 2 Porazdelitev vključkov MnS v jeklu ATJ 50 C, polirano povečava 160 x

Iz vseh navedenih podatkov lahko zaključimo, da je pri rezalni hitrosti v_1 in podajanju s_2 jeklo ATJ 50 C najugodnejše za delo na avtomatih, sledita ATJ 100 Pb in Č. 3990.

Iz omenjenih podatkov sledi, da je približno v isti časovni razliki samo globina kotanje KT bistveno večja, dočim je obraba na prosti ploskvi VB celo nekoliko manjša.

Širina kotanje je v vseh primerih najprej po krajšem času rezanja nekoliko ožja in se proti koncu rezanja poveča in sicer pri podajanju $s_1 = 0,132$ mm/vrtlj za 10 %, pri

podajanju $s_2 = 0,222$ mm/vrtlj pa za 20 %.

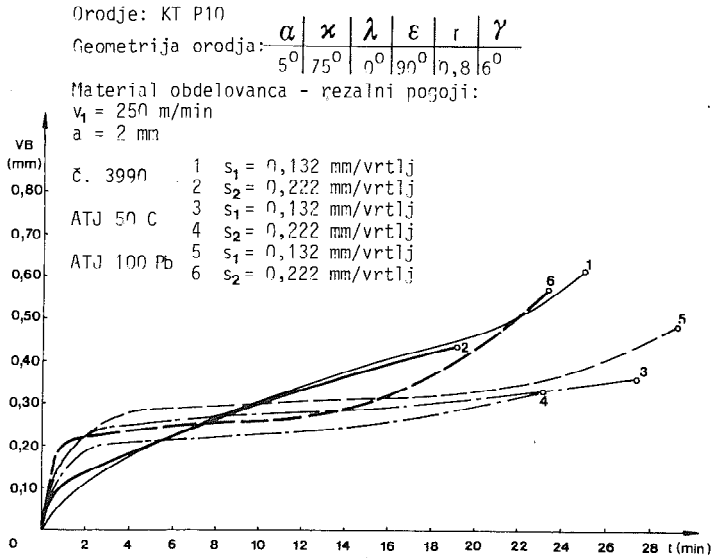
Ko sledimo rezultatom preskušanja pri pogojih rezanja kjer smo spremenili samo podajanje $s_2 = 0,222$ mm/vrtlj, vsi ostali pogoji pa so ostali kakor pri prvem primerni dobimo zelo podobne rezultate (sl. 8, 10 in 12).

4.4. Analiza rezalnega robu z elektronskim mikroskopom in mikrosondo

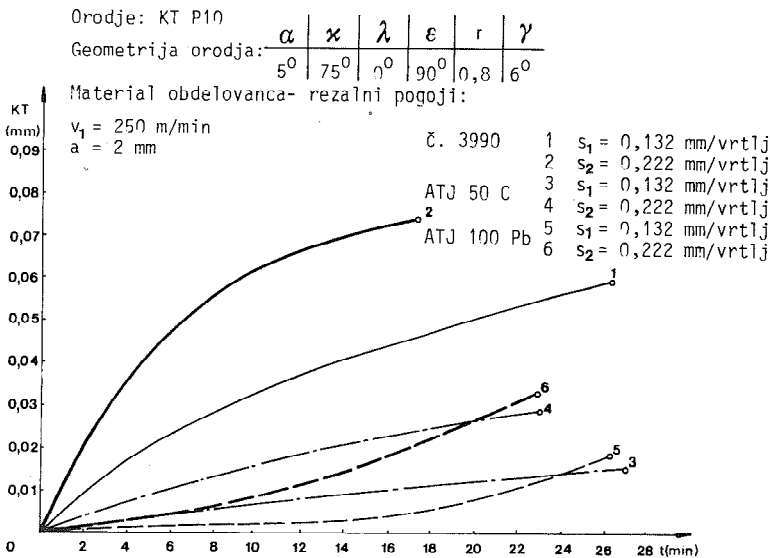
Posamezne rezalne robove smo pregledali tudi na elektronskem mikroskopu. Izmed vseh posnetkov smo odbrali dva značilna primera, ki prikazujeta nanos manganovega sulfida na dno kotanje z razpokami in odkruški površinskega sloja.

Na sliki 13 je prikazan detajl rezalnega robu po obdelavi jekla Č. 3990 z naslednjimi rezalnimi pogoji: $v_1 = 250$ m/min, $s_1 = 0,132$ mm/vrtlj, $a = 2$ mm. Objekt je bil na objektnem nosilcu v mikroskopu nagnjen pod kotom 60° , kar da vtis debeline površinske odkrušene plasti manganovega sulfida. Iz senčne slike smo izračunali, da se debelina giblje med 5 do 11. 10^{-3} mm. S pomočjo površinske elektronske mikroanalize (slika 14) lahko ugotovimo prisotnost različnih elementov na levem kompaktnem površinskem sloju in na desnem odkrušenem delu. Levi del ponazoruje prisotnost mangana in žvepla, desni del pa prisotnost volframa in kobalta. Mangan in žveplo prehajata iz obdelovanca posredno z odrezkom na rezalni rob, dočim pa sta volfram in kobalt elementa, ki sestavljata rezalno orodje. Opazne so tudi zelo enakomerne sledi železa, ki prav tako prehaja posredno z odrezkom na rezalni rob.

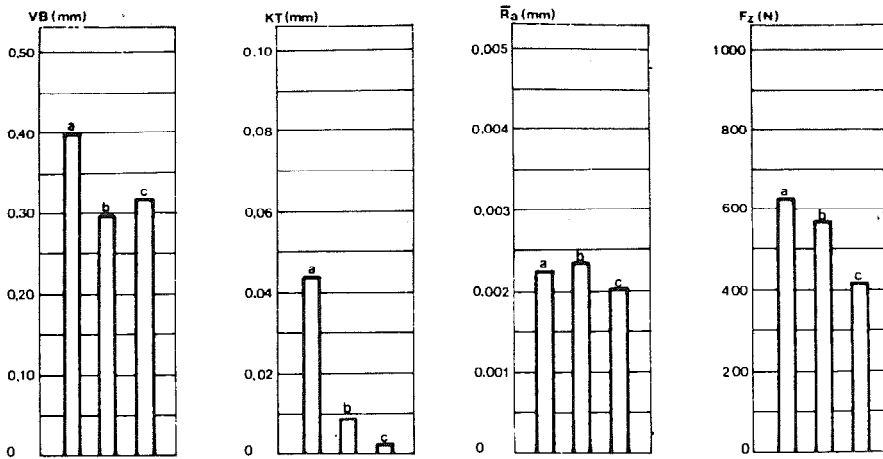
Na sliki 15 pa vidimo detajl kotanje rezalnega robu po obdelavi jekla ATJ 100 Pb z naslednjimi rezalnimi pogoji: $v_1 = 250$ m/min, $s_2 = 0,222$ mm/vrtlj, $a = 2$ mm. Pogostost vključkov MnS, ki se nahajajo v jeklu in pridejo v stik z rezalnim orodjem je zelo velika predvsem zaradi velikega razmerja dolžine proti debelini. Pogosta srečanja vključkov manganovega sulfida pa pri drsenju odrezka po površini cepilne ploskve omogočajo površinsko tvorbo le-tega tudi na dnu kotanje. Manganov sulfid ima zelo dobre mazalne sposobnosti (manjši koeficient trenja) in je v tankih plasteh zelo elastičen. Ko pa ta plast preide določeno kritično debelino se elastičnost močno zmanjša in ne prenese več napetosti, ki se pojavljajo pri ohlajanju zaradi različnih razteznostnih koeficientov manganovega sulfida in karbidne trdine. Posledica tega so površinske razpoke v površinskem sloju kotanje velikostnega razreda od 20 - 40. 10^{-2} mm. Večje debeline manganovega sulfida zasledimo le pri najmanjši hitrosti v_1 , z naraščajočo hitrostjo pa se debelina te plasti občutneje zmanjšuje. Verjetno bo veljala tudi v našem primeru ugotovitev,



Slika 3 Primerjava časovnega poteka obrabe na prosti ploskvi VB za dana jekla pri različnih rezalnih pogojih

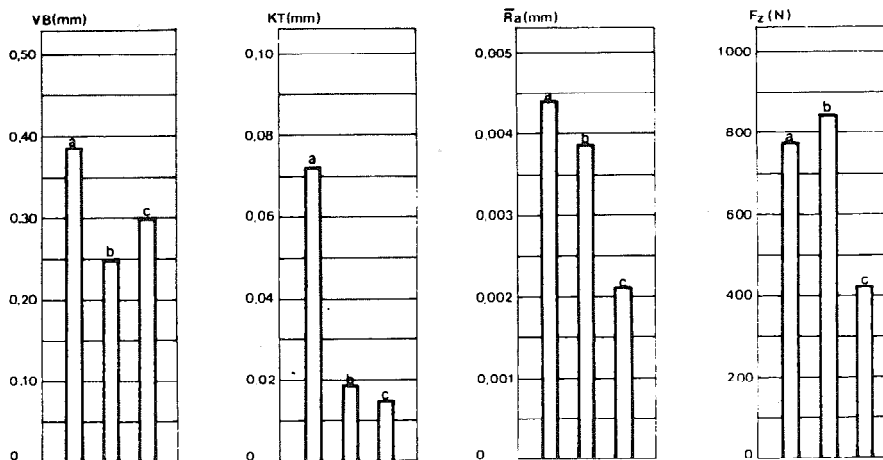


Slika 4 Primerjava časovnega poteka največje globine kotanje KT za dana jekla pri različnih rezalnih pogojih



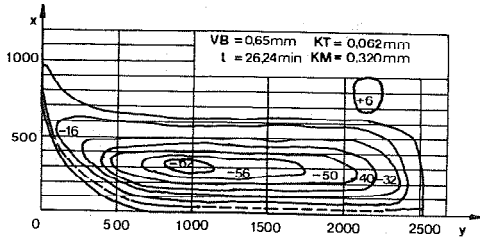
Slika 5 Obraba na prosti ploški VB, globina kotalje na cenilni ploški KT, velikost glavne rezalne sile F_z in hrnavost površine obdelovanca R_a po 15 minutah struženja

Materiali: a - Č. 3990, b - ATJ 50 C, c - ATJ 100 Pb
 Rezalni pogoji: $v_1 = 250$ m/min, $s_1 = 0,132$ mm/vrtlj, $a = 2$ mm



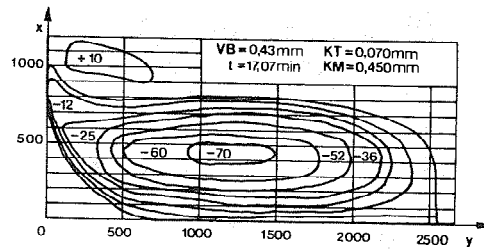
Slika 6 Obraba na prosti ploški VB, globina kotalje na cepilni ploški KT, velikost glavne rezalne sile F_z in hrnavost površine obdelovanca R_a , po 15 minutah struženja

Materiali: a - Č.3990, b - ATJ 50 C, c - ATJ 100 Pb
 Rezalni pogoji: $v_1 = 250$ m/min, $s_2 = 0,222$ mm/vrtlj, $a = 2$ mm



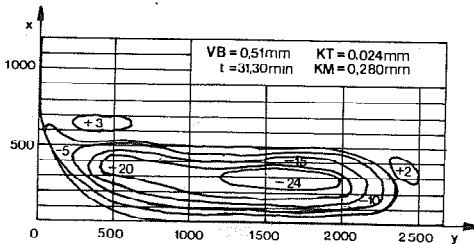
Slika 7 Topografija rezalnega robu

Rezalni pogoji: $v_1 = 250$ m/min,
 $s_1 = 0,132$ mm/vrtlj, $a = 2$ mm
 Material obdelovanja: č. 3990
 Material orodja: KT P10



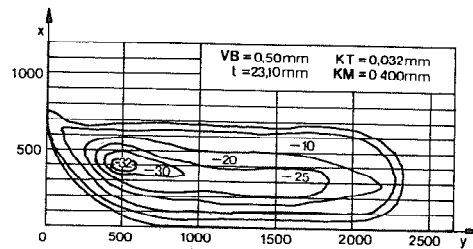
Slika 8 Topografija rezalnega robu

Rezalni pogoji: $v_1 = 250$ m/min,
 $s_2 = 0,222$ mm/vrtlj, $a = 2$ mm
 Material obdelovanja: č. 3990
 Material orodja: KT P10



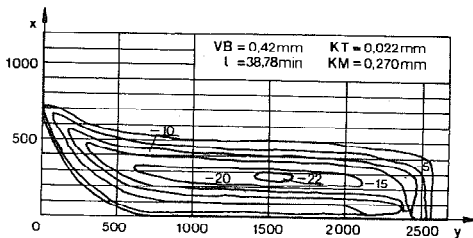
Slika 9 Topografija rezalnega robu

Rezalni pogoji: $v_1 = 250$ m/min,
 $s_1 = 0,132$ mm/vrtlj, $a = 2$ mm
 Material obdelovanja: ATJ 100 Pb
 Material orodja: KT P10



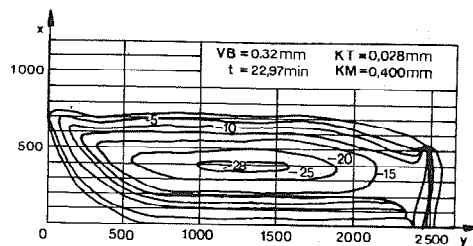
Slika 10 Topografija rezalnega robu

Rezalni pogoji: $v_1 = 250$ m/min,
 $s_2 = 0,222$ mm/vrtlj, $a = 2$ mm
 Material obdelovanja: ATJ 100 Pb
 Material orodja: KT P10



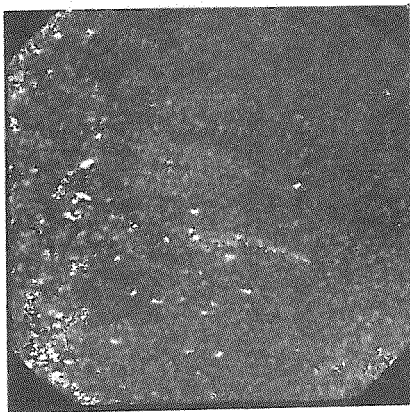
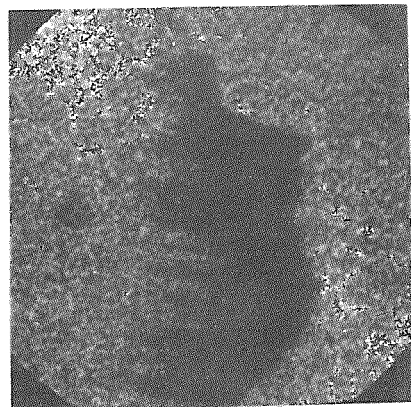
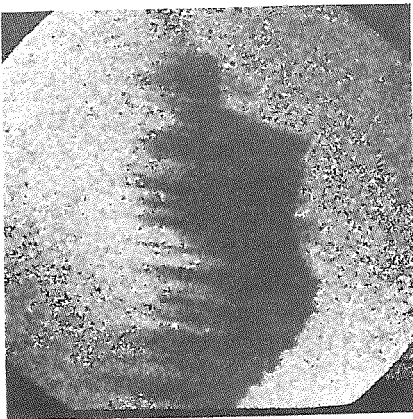
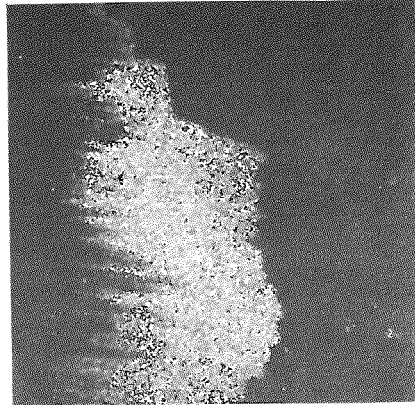
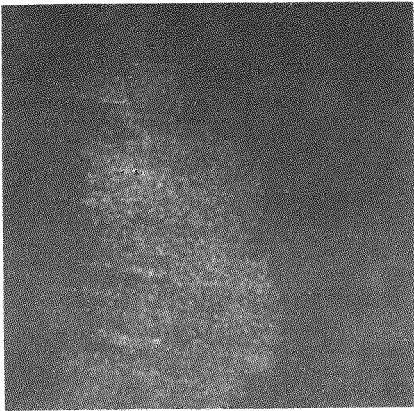
Slika 11 Topografija rezalnega robu

Rezalni pogoji: $v_1 = 250$ m/min,
 $s_1 = 0,132$ mm/vrtlj, $a = 2$ mm
 Material obdelovanja: ATJ 50 C
 Material orodja: KT P10



Slika 12 Topografija rezalnega robu

Rezalni pogoji: $v_1 = 250$ m/min,
 $s_2 = 0,222$ mm/vrtlj, $a = 2$ mm
 Material obdelovanja: ATJ 50 C
 Material orodja: KT P10

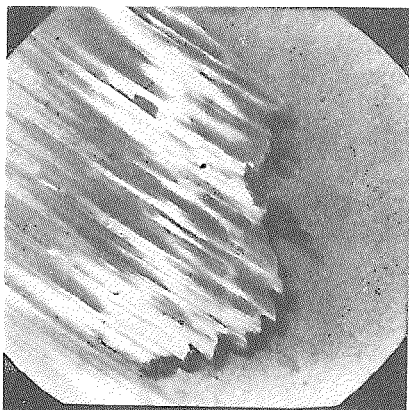


S	Mn
W	Co
Fe	

Slika 14 Koncentracija elementov v kotanji rezalnega robu pri odluščenem MNS, prikazanem na sliki 13
Rezalni pogoji: $v_1 = 250$ m/min
 $s_1 = 0,132$ mm/vrtlj
 $a = 2$ mm
Material obdelovanca: Č. 3990 Povečava: 300 x

ki je poznana iz razprav in pravi: rezalne hitrosti pri katerih imajo vključki MnS še pozitiven vpliv na proces rezanja in s tem na obrabo so med $v = 152 - 183$ m/min.

Posledica te ugotovitve je, da pri večjih hitrostih skoraj da ne opazimo močnejših sledi manganovega sulfida na dnu kotanje.



Slika 13 Detajl rezalnega robu iz karbidne trdine P 10 nagnjena za 60°

Rezalni pogoji:

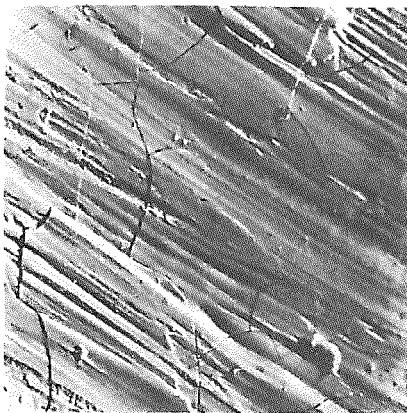
$v_1 = 250$ m/min

$s_1 = 0,132$ mm/vrtlj

$a = 2$ mm

Material obdelovanca: č. 3990

Povečava: 300 x



Slika 15 Detajl rezalnega robu iz karbidne trdine P10

Rezalni pogoji:

$v_1 = 250$ m/min

$s_2 = 0,222$ mm/vrtlj

$a = 2$ mm

Material obdelovanca: ATJ 100 Pb

Povečava: 300 x

5. SKLEPI

Iz raziskav lahko povzamemo naslednje sklepe:

- Obraba na prosti ploskvi rezalnega robu ne daje realne slike stanju orodja. Obraba na prosti ploskvi in globina kotanje ne naraščata sorazmerno in je zato kriterij obrabe VB preoster.
- Na obliko in velikost kotanje močno vplivata dodatka žveplo in svinec;
- Na obdelovalnost ima močnejši vpliv svinec kot žveplo oziroma manganov sulfid;
- Manganov sulfid služi kot mazalno sredstvo, zmanjšuje kontaktno trenje in ustvarja nižja temperaturna polja na rezalnem robu. Posledica tega je plitkejša kotanja, ki se še dodatno zmanjša če jeklo vsebuje tudi fino dispergirani svinec;
- Obraba je najmanjša pri obdelavi jekla ATJ 50 C in ATJ 100 Pb kot pri obdelavi jekla č. 3990, ki ne vsebuje svinca;
- Rezalne sile so najmanjše pri obdelavi jekla ATJ 100 Pb, naraščajo pa z večjo obrabo na prosti ploskvi;
- Hrapavost površine z naraščajočo obrabo raste in je najmanjša pri obdelavi jekla ATJ 100 Pb;
- Odrezki so v splošnem zelo ugodni in skoraj neodvisni od stopnje obrabe. Drobnejši so pri jeklu č. 3990, nekoliko večji in daljši pa so pri jeklu ATJ 100 Pb in ATJ 50 C vendar ne otežkočajo obdelave na avtomatskih obdelovalnih strojih;
- Razmerja med dolžino in širino vključka in manganovega sulfida je zelo pomembno. Velika razmerja zmanjšujejo obdelovalnost tudi za 40 in več procentov;
- Po podatkih v literaturi je najugodnejše razmerje med 1 do 3. V našem primeru smo delili razmerje od 6 do 11 kar pomeni, da bi obdelovalnost raziskovanih jekel s pravnimi velikosti vključkov se povečali.

6. LITERATURA

1. Leskovar, P.: Investigations of the cutting edge on cemented carbide tools, Annals of the CIRP, vol. 25, 1976, 111 - 113.
2. Leskovar, P., Grum, J.: Wearing action at cutting plates of cemented carbides, Strojniški vestnik, vol. 25, 1979, 45 - 52.
3. Leskovar, P., Grum, J. Ferlan D.: Influence of sulphur and lead on wear process at free cutting steels, Strojniški vestnik, vol. 27, no. 1 - 3, 1981.

4. Razinger, A.: Nerjaveča jekla za obdelavo na avtomatih, Železarski zbornik, vol. 4, 271 - 277.
5. Razinger, A.: Določevanje obdelovalnosti jekel za obdelavo na avtomatih po postopku struženja s konstantnim pritiskom, Železarski zbornik, vol. 2, 21 - 34.
6. Boulger, F., Moorhead, H.A., Gervey, T.M.: Superior machinability of MX explained, The Iron Age, 1951, 90 - 95.
7. Araki, T., Yamamoto, S.: Some aspects of new type nonmetallic inclusion favorable for machinability, Transactions of the American Society for Metals, Series 7, 1975, 159 - 173.
8. Paliwoda, E.J.: The machinability of type a leaded steels, Transactions of the American Society for Metals, 1958, 258 - 270.
9. Paliwoda, E.J.: The influence of chemical composition on the machinability of rephosphorized open hearth screw steel, Transaction of the American Society for Metals, 1955, 680 - 691.
10. Arh, J., Razinger, T., Koroušič, B., Hribar, K., Pukl, F.: Nekateri problemi izdelave avtomatnih jekel v električnih obločnih in Siemens-Martinovih pečeh, Železarski zbornik, vol. 13, no. 3, 121 - 126.
11. Landolt, Börnstein: Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik, Technik, Springer Verlag, Berlin, 1963.

GRUBO PLANIRANJE U UPRAVLJANJU POJEDINAČNOM I MALOSERIJSKOM INDUSTRIJOM

Mr Niko Majdandžić, dipl. ing.
RO Informatika i računski centar
SOUR "Djuro Djaković", Slav. Brod

U V O D

Informacioni sistemi (IS) zasnovani na primjeni sistema za obradu podataka (SOP) kao danas najefikasnija tehnologija obrade podataka, doživjeli su u razvijenim zemljama više etapa svog razvoja sa ciljem cjelokupne automatizacije svojih informacionih tokova. Sa rijetkim izuzecima, projektovanje IS-a temelji se na prenošenju postojećih obrada na višu tehnologiju obrade informacija primjenom SOP-a pri čemu se zanemaruju dvije osnovne funkcije SOP-a; velika mogućnost za korištenje modela i metoda operativnih istraživanja (OI) i time donošenja podloga za upravljačke odluke i uticaj primjene SOP-a na organizaciju proizvodnih sistema.

Ovakva primjena SOP-a naročito u složenim uvjetima pojedinačne i maloserijske proizvodnje, treba da omogući projektovanje, preciziranje i uvodjenje upravljačkog sistema proizvodnje, kao najsloženijeg sistema iz koga proističu podaci za rad ostalih podsistema (kadrovi i osobni dohodak, računovodstvo, kupci - dobavljači i dr.).

Osnovni plan sistema upravljanja proizvodnjom prikazan je na sl. 1. Sastoji se iz modula:

- praćenje proizvodnje, kapaciteta i materijala,
- grubo planiranje,
- terminiranje, i
- kontrola, analiza i obračun.

Prvi modul - koji rješava praćenje: upita, ponuda, ugovorene proizvodnje, proizvodnih naloga, operacija, dijelova, sklopova, materijala, alata i kapaciteta uz rješenje strukturne sastavnice dijelova i sastavnice materijala - obradjen je u ranijim radovima i uveden u radnim organizacijama u našoj Složenoj organizaciji udruženog rada.

U ovom radu date su osnovne ideje za projektiranje drugog modula koji se nalazi u fazi uvodjenja.

Osnovni elementi ovog pristupa prikazani su na primjeru modula grubog planiranja i davanja rokova razvijeni prilikom projektiranja IS-a upravljanja proizvodnjom.

1. GRUBO PLANIRANJE

Pod pojmom grubog planiranja u današnjoj tehnologiji podrazumjevaju se različite aktivnosti: od praćenja izrade osnovnih komponenta do tačnog rasporeda svih radnih operacija određenog proizvoda. Ovakvo široko razlike nastale su razvojem i uvodjenjem nivoa planiranja u OOUR-ima industrijske proizvodnje kao i obimom problema koje obuhvata ovaj pojam. U ovom radu se pod grubim planiranjem podrazumjeva raspored i planiranje odvijanja svih aktivnosti pripreme proizvodnje i proizvodnje. Tako shvaćeni pojam grubog planiranja vrši se na tri nivoa:

- plan realizacije ugovora,
- plan glavnih aktivnosti proizvoda i
- plan proizvodnje.

Time su obuhvaćene osnovne aktivnosti vezane uz proizvodnju i proizvodnje.

1.1. Plan realizacije ugovora

Prilikom davanja rokova bez obzira na način i metode kojima se određuju rokovi predviđaju se dužine trajanja pojedinih aktivnosti i crtaju linijski dijagrami. Ovaj nivo planiranja treba da omogući:

- brzo dobivanje podataka o stanju aktivnosti i
- izradu plana realizacije na osnovu raspoloživih kapaciteta i davanje rokova prema stanju zauzetosti kapaciteta.

Pojednostavljeni dijagram praćenja aktivnosti plana realizacije ugovora prikazan je na sl. 2.

Za njegovo funkcionisanje koriste se datoteke: aktivnosti DATAK i partnera DATPAR, datoteka ugovora DATUG, kalendara DATKAL i radnih naloga DARNNA.

Inicijalno kreiranje DATAK vrši se na osnovu podataka sa dokumenta "Popis aktivnosti" (polje: nosilac posla, proizvodni broj, redni broj aktivnosti, potreban prosječni broj izvršilaca). U prvoj fazi funkcioniranja, dok se ne uvede kompletan modul grubog planiranja ovaj nivo vršit će samo praćenje odvijanja aktivnosti bez učešća u njegovom odredjivanju. Inicijalno kreirana DATAK dopunjuje se jednom tjedno sa dokumentom Izvještaj o izvršenju aktivnosti (polje: nosilac posla,

proizvodni broj, redni broj aktivnosti kao ključ i ostvareni datum početka i procjenjeni procenat ostvarenosti) dopunjuje DATAK čineći je ažurnom u bilo kom traženom trenutku vremena za period od tjedna ili mjeseca (ovisno o dogovorenoj frekvenciji ažuriranja). Na osnovi ažurnih podataka u DATAK koristeći razna mjerila (ovisno o ukupnom vremenu trajanja izrade objekata sa ugovora) program PDBDD crta linijski dijagram označavajući planske aktivnosti nizom znakova pa stanje svake aktivnosti (ostvarena vremena) znakom 0. Zahtjev za izradom dijagrama može biti za proizvod, proizvodni broj, ugovor kao i za sve ugovore odredjenog partnera (naručioca).

Dobivanje potrebnih veza ostvaruje se preko datoteke DATUG (ugovori i proizvodni brojevi), DARNA (proizvodni brojevi i proizvodi), DATPAR (naziv i adresa partnera) i DATKAL (radni kalendar, terminske jedinice).

Izbor osnovnih aktivnosti je stvar ocjene ali se obično uzima: ugovaranje, osiguranje, sredstava, izrada projektno dokumentacije, izrada konstruktivne dokumentacije, izrada tehnološke dokumentacije, naručivanje materijala, izrada dokumentacije za kontrolu, izrada proizvoda, transport proizvoda, montaža proizvoda i proba, i puštanje u pogon.

Izgled jedne liste linijskog dijagrama prikazan je na sl. 3. Pored osnovne funkcije praćenje aktivnosti, moguće je vršiti i raspored pojedinih poslova pripreme proizvodnje po izvršiocima (izrada projektno dokumentacije, izrada tehnološke dokumentacije, specifikacija materijala itd.) i time izrada mjesečnih planova po obavezama pripreme proizvodnje.

4.2. Plan glavnih aktivnosti proizvoda

Svaka linijski prikazana osnovna aktivnost u dijagramu na osnovi DATAK sastoji se iz većeg broja aktivnosti na izradi proizvoda tako da čini zasebnu mrežu. Za ovaj nivo planiranja koji povezuje praćenje dijelova i sklopova u proizvodnji sa planom realizacije ugovora uz mogućnost davanja podataka o stanju u proizvodnji za razne nivoje upravljanja proizvodnjom sa pripremom podloga i alternativa za donošenje upravljačkih odluka u koji je uključena i "OPTIMA" paket programa za konstrukciju i analizu aktivnosti mrežnog dijagrama.

Ovaj paket je ugrađen u funkcionalni tok PINS-a tako da predstavlja jednu njegovu automatizovanu cjelinu. Način automatskog punjenja potrebnih podataka na osnovi stanja u datoteka praćenja proizvodnje obradjen je u PINS-u u kome se daje kompletno postavljanje, rješenje i funkcionisanje ovog paketa programa. Postavljanje osnovnih aktivnosti u aktivnosti za praćenje na ovom nivou ide do nivoa koji želimo da pratimo. To su aktivnosti do kojih kao cjeline možemo imati brz i direktan pristup, informacioni

ju o stanju i uticaj njenog (ne) odvijanja na cjelokupni objekt ili ugovor. Najviše aktivnosti sadrži osnovna aktivnost proizvodnje. Na primjeru jednog objekta industrijskih postrojenja to su npr. izrada: drobilane, transportera, ispitne stanice, hale, presa, mlinice sirovine, vodotoranja, kompresorske stanice, rotacione peći, izmjenjivača topline, mlinice cementa, transporta klinkera, transporta cementa, otpreme cementa i rifuze i jedinice za pakovanje i utovar.

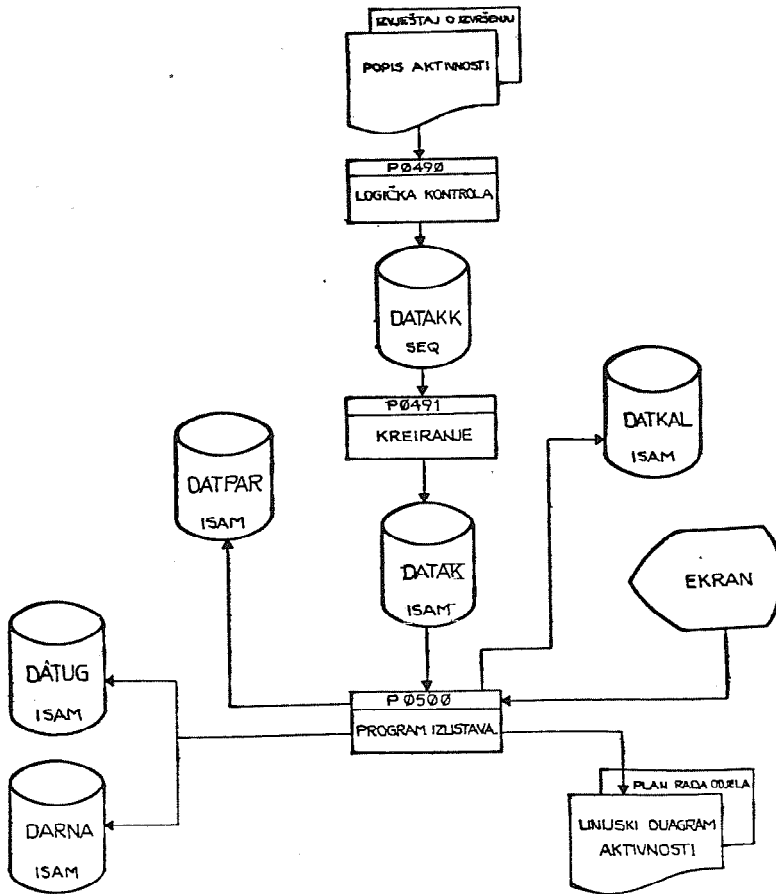
Svaka od ovih aktivnosti koja predstavlja jedan ili više radnih naloga ostvaruje dalje direktnu vezu do svakog sastavnog elementa - radnog dijela.

Za standardni rad "OPTIME" potrebno je: definirati skup ulaznih podataka, tip rada i izvršiti obradu sa ispravkom nelogičnih ulaznih podataka ili njihove veze. Prikupljanje ulaznih podataka zahtjeva dosta vremena i za prilike analize sklopova kao aktivnosti što se nameće kao zadatak "OPTIME" u praćenju proizvodnje u metalopreradivačkoj industriji, je složeno i dugotrajno. Ovo postaje tim složenije što se u klasičnom praćenju (lanseri ili izveštaji kontrole) prate dijelovi a u "OPTIMI" se prate sklopovi obzirom na broj dijelova i zahtjev da se preko sklopova prati izrada proizvoda.

Za pripremljenu strukturu proizvoda (vezu sklopova i njihovu hijerarhiju kao i redoslijed u zavisnosti montaže) "OPTIMA" daje kvalitetnu analizu: Kritičnog puta, rezervnog vremena, najranijih i najkasnijih početaka i završetaka izrade sklopa i proizvoda. Medjutim vrijeme potrebno za pripremu podataka, struktura koju je potrebno naknadno napraviti, nepreglednosti izlaznih lista za razne nivoje rukovodjenja kao i teškoće da se trenutno na zahtjev prema stanju u proizvodnji dobije uticaj stanja na planirane aktivnosti i kompletni proizvod, uvjetovalo je malu primjenu "OPTIME" u pojedinačnoj i maloserijskoj proizvodnji metalopreradivačke industrije.

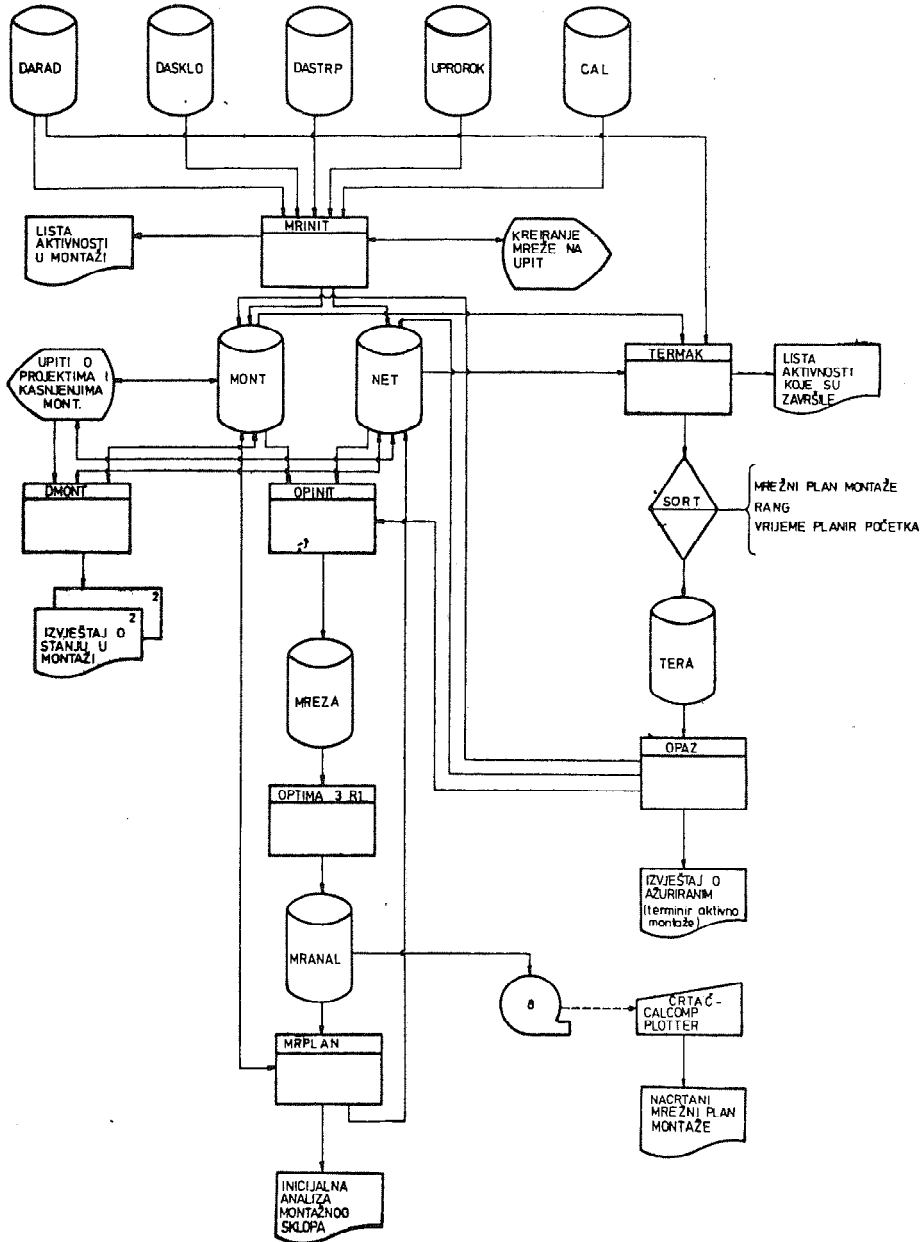
Grubi dijagram primjene "OPTIME" kao paketa koji samostalno na bazi podataka u proizvodnji formira ulazne podatke dat je na sl.4.

Polazne datoteke na osnovi koji model formira svoja ograničenja su: datoteka dijelova DARAD, datoteka sklopova DASKLO, datoteka podredjenih sklopova i dijelova DASTRP, datoteka rokova završetka UPROROK i datoteka radni kalendar DATKAL. Pretraživanjem ovih datoteka (koje su dnevno ažurne obzirom da su dijelovi PINS-a) program MRNIT stvara inicijalno na upit mrežni plan montaže proizvoda ili sklopa; osiguranje veze dijelova i sklopova (kao aktivnosti MD) program definira koristeći datoteku podredjenih sklopova i dijelova koja sa datotekom dijelova predstavlja strukturu proizvoda. Startom sa terminala MRNIT stvara inicijalnu mrežu kreirajući datoteku mrežnog plan MONT i datoteku veza NET. Datoteka NET je sekvencijalno organizirana datoteka koja ima funkciju prenosa od ključa za pristup u proizvodnji (PB-RN-IZV-RBS-PR proizvodni broj, RN radni nalog, IZV izvršilac



SL. 2

DIJAGRAM RADA „OPTIME” U PINS-U



i RBS redni broj stavke) u ključ pogodan za pristup i korištenje paketa "OPTIMA".

Ovaj ključ je broj aktivnosti i on omogućuje direktni pristup.

Program TERMAK iz datoteke prikuplja podatke o aktivnostima (sklopovi ili dijelovi) koje su završene potpuno ili djelomično, sortira ih po mrežnom dijagramu, aktivnostima, i vremenu planiranog i ostvarenog početka i formira sekvencijalnu datoteku termina i rokova aktivnosti TERA sa svim aktivnostima koje su se dovršile uz podatke o vremenu. Program OPAZ vrši promjene u planovima trajanja aktivnosti sa stvarnim podacima, modifikira mrežni plan i unosi podatak dobiven analizom MD-a o uticaju ovih odstupanja na cijeli MD (proizvod ili značajniju komponentu koju smo uzeli kao aktivnost). Poziva program OPINAI koji formatizira podatke i formira SDF datoteku MREZA za korištenje programa OPTIMA. OPTIMA 3R1 je paket programa koji vrši formiranje i obradu MD-a.

Izlazni rezultati se spremaju na traku ako želimo nacrtati na ploter-u mrežni dijagram, i u datoteku MRNAL koja je SDF datoteka a sadrži rezultate dobivene analizom MD-a programom "OPTIMA". Program MRPLAN preuzima potrebne podatke ove analize (početak i završetak aktivnosti, zazor i dr.). Za najviši nivo upravljanja proizvodnjom program DMONT omogućuje brzi pristup datoteci MONT i dobivanje izvještaja na ekranu o stanju proizvoda ili sklopa koje aktivnosti su završene, koje kasne i njihov uticaj na cjelokupni proizvod ili sklop.

Dio izlaznih rezultata skupa programa u kojem OPTIMA predstavlja dio koji vrši konstruiranje mrežnog dijagrama određenog proizvoda prema zahtjevu koji se daje u obliku proizvodnog broja za proizvod reduktor 10N za prvi nivo informacija prikazan je na sl. 5.

1.3. Plan proizvodnje dijelova i sklopova

U modelu grubog planiranja plan proizvodnje predstavlja raspored izrade svih operacija a preko njih dijelova, podsklopova, sklopova i proizvoda cjelokupne proizvodnje. To je grubi plan proizvodnje za vremenski period nekoliko godina što ovisi o prosječnim ciklusima izrade proizvoda, i sa osnovnom terminskom jedinicom pet radnih dana prema radnom kalendaru i datoteci DATKAL.

Uvodjenjem PINS-a koji koristeći suvremena sredstva za obradu podataka omogućuje dobivanje kvalitetnijih grubih planova, moguće je znatno preciznije definirati grubi plan, izvršiti njegov rebalans i izradjivati alternativna rješenja prema raznim kriterijumima vezanim za održavanje rokova i poslovne rezultate, i vršiti simulaciju odvijanja proizvodnog procesa.

Grubo planiranje treba organizirati tako da omogućí:

- dobijanje opterećenja kapaciteta po terminskim jedinicama, mjesecima i za poslov-

nu godinu,

- prenos nedovršene proizvodnje u slijedeću poslovnu godinu,
- prikaz vrijednosti planirane proizvodnje za mjesec i godinu,
- bilansiranje plana u cilju izjednačavanja planiranog dohotka,
- prikaz opterećenja svake grupe radnih mjesta (GRM-a) po terminskim jedinicama mjesечно i godišnje,
- poredjenje ostvarenja proizvodnje sa planiranom proizvodnjom,
- dugoročnije uključivanje kooperacije i izradu plana kooperacije,
- analizu potreba materijala i specijalnih alata po mjesecima,
- uskladjivanje plana godišnjih popravki i strojeva i godišnjih odmora sa proizvodnim planom,
- dinamičko praćenje ulaska novih poslova tokom poslovne godine i osiguranje podloga za davanje rokova,
- grubi plan treba da daje nulte termine potrebne za terminiranje, i
- međusobnu vezu proizvodnje dijelova i sklopova i montaže.

Grubi plan pravi se na početku poslovne godine i dopunjuje tokom godine. Elementi za ovaj plan su:

- za elemente za koje postoje tehnološka vremena vrijednosti iz datoteke tehnoloških operacija DATPA,
- za elemente za koje ne postoji rješena tehnološka dokumentacija procjenjena vremena izrade, montaže i proba prema kalkulativnoj podlozi,
- očekivano ili ugovoreno vrijeme dolaska materijala ili alata, kao i količina koja je osigurana u traženim rokovima (prema datotekama narudžbi DATNAR, naloga DATNAL i dijelova DARAD),

- plan popravki, plan godišnjih odmora odnosno plan kapaciteta (prema datotekama kapaciteta DATKAP i radnika DATRAD) i

- očekivani radovi kao usluge u toku pojedinih mjeseci izražene u Nh rada kapaciteta.

Za odredjivanje grubog plana potrebno je definirati i izračunati prioritet.

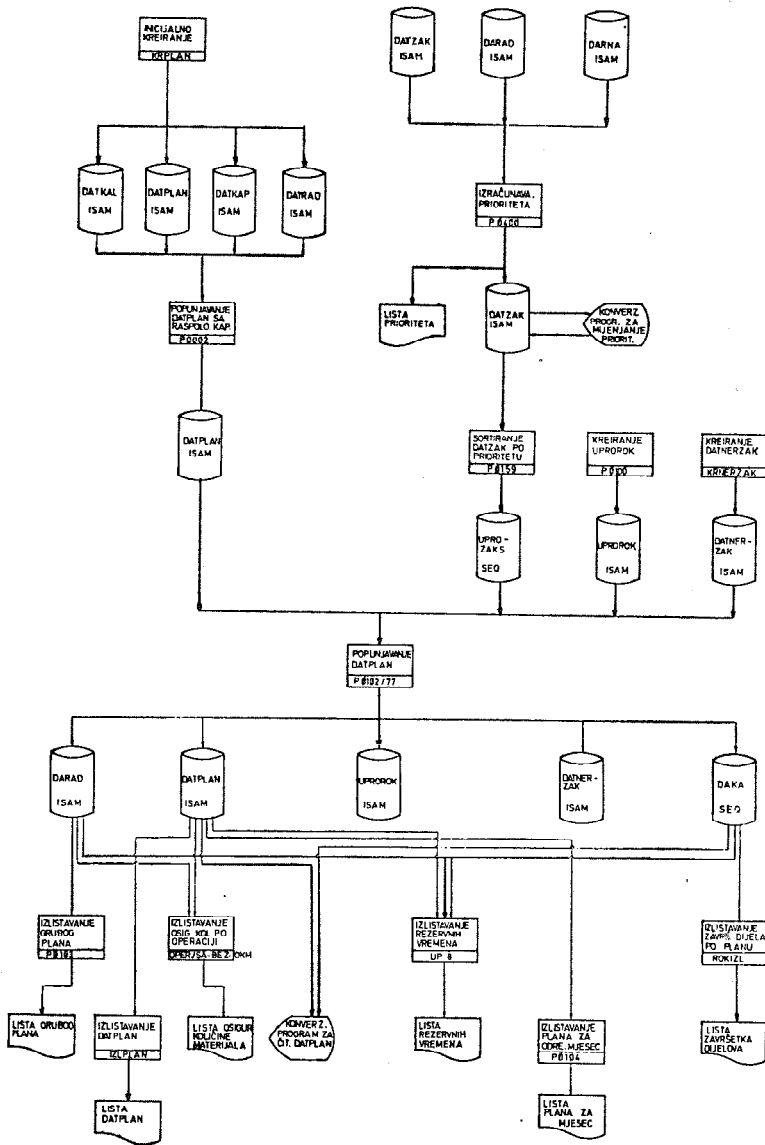
Odredjivanje prioriteta vrši se automatski - ugradjenim programima.

Prioritet (PR) predstavlja veličinu koja izražava relativnu hitnost objekata (radnog naloga) sklopa i radnog dijela (elementa) i time utiče na vrijeme čekanja na izvršenje radne operacije, vremena protoka i vremena za vršetka.

Analitički datoteka grubog plana DATPLAN predstavlja matricu koja se inicijalno puni početkom planske godine a proširuje sa svakim novim poslom u toku godine. Formiranje ove matrice vrši skup složenih programa koji uzimaju u obzir:

- protok,
- prioritet,
- terminske jedinice,
- grupe radnih mjesta,

GRUBO PLANIRANJE



- provjeru materijala,
- prirodni redoslijed odvijanja toka operacija,
- mogućnosti zamjene kapaciteta,
- planirane gubitke kapaciteta,

i vrši u suštini simuliranje rasporeda operacija u matrici GRM - Termenske jedinice.

DATPLAN predstavlja matricu, u kojoj za svaku terminsku jedinicu u jednoj godini postoje osnovni slogovi po svakoj grupi radnih mjesta koji sadrže podatak o raspoloživom kapacitetu iz datoteke kapaciteta DATKAP i zauzetom kapacitetu koji u osnovnim slogovima prije popunjavanja datoteke iznose 0. Snimljeno stanje operacije za proizvodnju uz karakteristiku osiguranja materijala, pripremljenosti dokumentacije i pripremljenosti alata nalazi se u datoteci DATZAK. Operacije u DATZAK predstavljaju pripremljenu proizvodnju sa tehnološkom dokumentacijom. Prije propuštanja programa za izradu grubog plana obavlja se analiza prioriteta. Izmjena prioriteta vrši se sa terminala i sa više mogućnosti:

- da se jednom proizvodu da viši prioritet koji se onda automatski mijenja na svim operacijama na dijelovima tog proizvoda,
- promjeni se prioritet sklopu ili dijelu, a automatski se mijenja na svim pripadajućim operacijama ili
- izmijeni se prioritet na pojedinoj operaciji.

Grubi dijagram toka modula grubog planiranja prikazan je na sl. 6.

U prvoj fazi vrši se inicijalno kreiranje datoteke DATPLAN.

Inicijalno kreirana datoteka DATPLAN predstavlja matricu raspoloživog kapaciteta (RAK) i možemo je analitički opisati:

$$RAK = (r_{TJ,GRM}) = \begin{pmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \vdots \\ r_{TJ} \\ \vdots \\ r_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1GRM} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \dots & r_{2GRM} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{TJ1} & r_{TJ2} & r_{TJ3} & \dots & r_{TJGRM} & \dots & r_{TJn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{m3} & \dots & r_{mGRM} & \dots & r_{Tmn} \end{pmatrix}$$

gdje su:

- $r_{TJ,GRM}$ raspoloživi kapacitet u TJ terminskoj jedinici za grupu radnih mjesta GRM. (TJ=1, m; GRM=1, n).
- vektori $r_1, r_2, \dots, r_{TJ}, \dots, r_m$ predstavljaju u matrici RAK raspoložive kapacitete po terminskim jedinicama.
- m - broj terminskih jedinica za koje se vrši izrada grubog plana.
- n - ukupni broj grupa radnih mjesta za koje se vrši izrada plana.

Analitički se to opisuje matricom ZAK.

Može imati četiri oblika izvornih podataka:

- početni oblik prilikom preuzimanja proizvodnje i izrade prvog plana kada je vrijednost u elementima = 0,

- početni oblik za koji postoje ručno preračeni podaci za zauzeće kapaciteta koji se uzimaju u obzir kao početne vrijednosti u elementima matrice,

- zastale obaveze iz prethodne godine kao i obaveze koje su u procesu planiranja po rasporedu prešle u narednu godinu, i

- dopunjavanje ZAK sa svakim novim poslom koji je simulacijom kao metodom planiranja raspoređen u tu terminsku jedinicu na tu grupu mašina. Matrica ZAK ima oblik:

$$ZAK = (Z_{TJ,GRM}) = \begin{pmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ \vdots \\ Z_{TJ} \\ \vdots \\ Z_K \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} & \dots & Z_{1GRM} & \dots & Z_{1L} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} & \dots & Z_{2GRM} & \dots & Z_{2L} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{TJ1} & Z_{TJ2} & Z_{TJ3} & \dots & Z_{TJGRM} & \dots & Z_{TJL} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{K1} & Z_{K2} & Z_{K3} & \dots & Z_{KGRM} & \dots & Z_{Kl} \end{pmatrix}$$

Vektori vrsta Z_1, Z_2, \dots, Z_K predstavljaju matricu ZAK zauzetost svake grupe radnih mjesta.

Svaki element matrice predstavlja zauzeće u TJ (terminskoj jedinici) na GRM (grupi radnih mjesta).

Na osnovi ove dvije matrice (ZAK se stalno mijenja) definiranih operacija u DATZAK i podataka o materijalu (DANAR, DATNAL) vrši se raspored poslova po prioritetu operacije i uzimajući u obzir vrijeme protoka, kao i davanje rokova i rebalans godišnjeg plana koji proističe iz promjena ZAK ili RAK.

Tako rasporedjene operacije predstavljaju matricu PLAN, sa grubim planom poslova za narednu godinu ili godine. Ograničenje u odnosu na početno stanje je period od tri godine (156 TJ).

Ovo ograničenje je uvedeno nakon analize vremena trajanja proizvodnih ciklusa.

Ona ima dinamički karakter i kod davanja rokova se popunjava i proširuje, ukoliko rokovi završetka prelaze inicijalno kreirane vremenske dimenzije matrice PLAN odnosno datoteke DATPLAN.

Matrica PLAN ima oblik:

Element matrice predstavlja rasporedjene operacije na određenom kapacitetu (GRM) u terminskoj jedinici TJ. Kompozicija matrica RAK, ZAK i PLAN predstavlja grubi plan za terminsku jedinicu.

Povezivanjem terminskih jedinica dobije se godišnji plan proizvodnje.

Razlikujemo tri osnovna oblika rada sa datotekom DATPLAN koja predstavlja kompoziciju

INFORMATIKA RAČ. CENTAR - 0 0
 SLAVONSKI BROD
 7. 4. 81.

OPISNI

TERMINSKA JEDINICA :

79

TJ

ZAK (TJ,GAM)

GR.AL.STR: 11605 RASPOL.KAPACITET: 112,50 ZAUZETI KAPACITET 55,00

PROIZ. BROJ	R.NALOG	R.B.ST	OPER	KOLIČINA	VR.OBR
0014130590	1	31	1	5	10
0014130590	1	87	2	7	10
0014130591	2	31	1	10	20
0014130591	2	31	3	10	10

GR.AL.STR: 13533 RASPOL.KAPACITET: 75,00 ZAUZETI KAPACITET 45,00

PROIZ. BROJ	R.NALOG	R.B.ST	OPER	KOLIČINA	VR.OBR
0014130590	1	31	2	5	15
0014130591	2	31	2	10	20

GR.AL.STR: 15270 RASPOL.KAPACITET: 37,50 ZAUZETI KAPACITET 37,50

PROIZ. BROJ	R.NALOG	R.B.ST	OPER	KOLIČINA	VR.OBR
0014130590	1	59	6	3	13
0014130590	1	61	6	3	24

GR.AL.STR: 16630 RASPOL.KAPACITET: 75,00 ZAUZETI KAPACITET 75,00

PROIZ. BROJ	R.NALOG	R.B.ST	OPER	KOLIČINA	VR.OBR
0014130590	1	5	3	12	20

GR.AL.STR: 33634 RASPOL.KAPACITET: 37,50 ZAUZETI KAPACITET 37,50

PROIZ. BROJ	R.NALOG	R.B.ST	OPER	KOLIČINA	VR.OBR
0014130590	1	5	2	12	14
0014130590	1	6	2	3	11
0014130590	1	8	2	6	6
0014130590	1	9	2	6	5

GR.AL.STR: 70000 RASPOL.KAPACITET: 150,00 ZAUZETI KAPACITET 150,00

PROIZ. BROJ	R.NALOG	R.B.ST	OPER	KOLIČINA	VR.OBR
0014130590	1	87	3	7	13
0014130591	2	2	1	5	50
0014130591	2	5	1	20	60

PLAN (TJ, GAM, R 80)

$$PLAN^{TJ} = (P_{GRM}^{TJ}, RBO)$$

$\left[\begin{array}{c} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ \vdots \\ P_{GAM} \\ \vdots \\ P_m \end{array} \right]$	\cdot	$\left[\begin{array}{cccccc} TJ & TJ & TJ & \dots & TJ & TJ \\ P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1RBO} & P_{1L} \\ TJ & TJ & TJ & \dots & TJ & TJ \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2RBO} & P_{2L} \\ TJ & TJ & TJ & \dots & TJ & TJ \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & \dots & P_{3RBO} & P_{3L} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ TJ & TJ & TJ & \dots & TJ & TJ \\ P_{GRM1} & P_{GRM2} & P_{GRM3} & \dots & P_{GRMRBO} & P_{GRML} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ TJ & TJ & TJ & \dots & TJ & TJ \\ P_{m1} & P_{m2} & P_{m3} & \dots & P_{mRBO} & P_{mL} \end{array} \right]$
---	---------	---

matrice RAK, ZAK i PLAN:

- formiranje početnih vrijednosti,
- izrada plana tj. raspored operacija po kapacitetima i

- dopuna plana novim poslom, odnosno davanje rokova izrade i montaže proizvoda.

Formiranje početnih vrijednosti za RAK i ZAK vrši se prije izrade plana. Jednom formirana ova matrica ostaje za predviđeni period. Naravno i u ovom vremenu može da dođe do promjene u RAK i ZAK koje, ukoliko su većeg značenja, izazivaju potrebu za rebalansom plana, a u ostalim slučajevima se mijenjaju da bi bili ažurni za davanje rokova i pripremu podloge za izradu mjesečnog plana. Program koji je kreira, računa raspoložive kapacitete iz datoteke DATKAP i DATRAD i formira matricu kapaciteta u funkciji vremena. Vrijeme je dato u obliku radnog kalendara u datoteci DATKAL, u kojoj su definirani radni dani kao i dani koji mogu poslužiti za dopunu kapaciteta u kritičnim slučajevima (neradne subote, nedelje, praznici).

Program, koji vrši raspoređivanje, simulira logiku ručnog planiranja na malom broju operacija (definiranje prioriteta, izračunavanje potrebnog vremena obrade, dodavanje protoka, pretraživanje kapaciteta, provjera i bilanciranje po kapacitetima, nalaženje razlike raspoloživog i zauzetog, u-poredba potrebnog za operaciju i za tu TJ i potrebni GRM raspoloživog) popunjava na taj način matricu PLAN.

Nakon rasporeda u DATPLAN vrši se analiza godišnjeg plana. Ukoliko ovako raspoređeni rokovi za pojedine proizvode ne odgovaraju, unosi se (na terminalu programima upita) promjena prioriteta i rebalansiranje plana. Ukoliko ni ovako dobiveni rokovi ne zadovolje za taj proizvod, uvode se dodatni kapaciteti (rad u neradne dane, produženi i rad u više smjena gdje je to moguće).

Prilikom izrade prvog rebalansa plana uključuju se mogućnosti kooperacije.

Na izlaznoj listi Sl. 7 koja predstavlja dio DATPLAN ucrtane su u cilju lakšeg objašnjenja koji elementi pripadaju kojoj od matrica, a na sl. 8 prikazani su rokovi završetka sklopova.

Na osnovi datoteke DATPLAN i razvijenih programa mogu se dobiti liste:

- slobodnih kapaciteta za godinu i za terminske jedinice,
- zauzetih kapaciteta sa raspoređenim u plan poslovima,
- plan izrade proizvoda sa definiranjem rokova završetka dijelova, sklopova i međusobnom uticaju na rokove,
- vrijednost planirane proizvodnje na mjesec, kvartal ili godinu,
- godišnji plan proizvodnje,
- godišnji plan materijala,
- plan popravki kapaciteta,
- plan godišnjih odmora,
- plan rada u neradne subote,
- operacije u planu bez osigurane količine materijala,
- plan potrebnog završetka dijelova u operaciji,
- stanje dijelova po proizvodima, i
- određivanje ukupnog vremena za izradu vremena po proizvodu.

U konverzacijom paketu programa moguće je dobiti in upit DATPLAN za određenu terminsku jedinicu kao i odgovor o datumu završetka proizvoda, sklopa ili dijela.

3. ZAKLJUČAK

U složenim uvjetima pojedinačne i maloserijske proizvodnje planirati proizvodnju i uskladiti proizvodne resurse moguće je zbog količine informacije već kod srednje velikih proizvodnih sistema - jedino primjenom sistema za obradu podataka.

Iskustva i rezultati na projektiranju, razvoju i uvodjenju takvog sistema pokazuju na mogućnost postavljanja modela i metoda operativnih istraživanja i automatski rad sistema iz koga se formiraju u traženom trenutku potrebna ograničenja i elementi funkcije cilja. Ovakav pristup - koji predstavlja početak korištenja modela odlučivanja u Informacionom sistemu upravljanja proizvodnjom - dat je na primjeru primjene mrežne tehnike u automatskom funkcioniranju sistema. Pored ovog razvijeni su na isti način modeli ugradnje cjelobrojnog programiranja za izbor naloga za plan i supstituiranje materijala a postavlja se model redova čekanja za određivanje prioriteta.

U okviru zajedničkih napora u našoj privredi na povećanju proizvodnosti rada smatramo da Informatika mora preći iz aktivnosti "preslikavanja" postojeće organizacije i metode rada na sistemu za obradu podataka na projektiranju Informacionih sistema sa mogućnošću optimiranja, izbora i pripreme varijanti za izbor i time direktno uticati na smanjenje koeficijenta obrtaja, prekoračenja rokova, zaliha materijala i alata i proizvodnih troškova u pojedinačnoj industriji.

HIJERARHIJSKO DEKOMPOVANJE U PREPOZNAVANJU OBLIKA

Mariana Milačić

Mašinski fakultet
Univerzitet u Beogradu

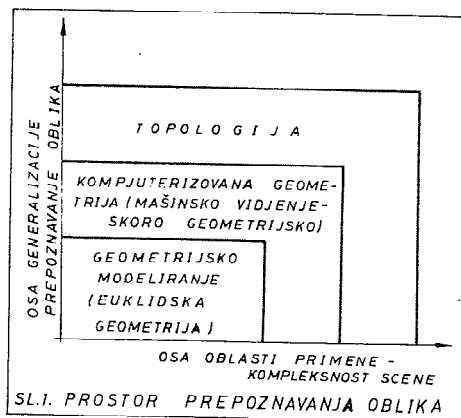
Rad predstavlja novi koncept u hijerarhijskoj dekompoziciji prepoznavanja oblika. Polazi se od mogućnosti uvođenja topologije za proces komponovanja i dekomponovanja. Izveden je automat za dekomponovanje zatvorenih površina. Na kraju se daje TOMOL-algoritam.

UVOD

Da bi kompjuter izvršio prepoznavanje složenijih scena razvija se od kraja sedamdesetih godina, a u okviru projekta koji se odnose na pitanja veštačke inteligencije, kompjuterizovana geometrija - mašinsko gledanja. Kompjuterizovana geometrija treba da izvrši sledeće aktivnosti:

- (1) Pretraživanje linija - kontura,
- (2) Grupisanje oblasti u cilju definisanja konture crteža pri formiranju pojedinih tela - objekata
- (3) Identifikovanje tela-objekta
- (4) Analiziranje međusobnog oslanjanja pojedinih tela u istoj sceni
- (5) Pozicioniranje tela u prostoru.

Od interesa je da se učini pokušaj razvoja algoritma za komponovanje i dekomponovanje u oblasti prepoznavanja oblika na bazi topologije (sl. 1)



1. TOPOLOŠKO KOMPONOVANJE

Pod topološkim komponovanjem podrazumeva se lepljenje dveju figura, (sistema, površina) duž njihovih rubova, što je uvek moguće ako su im rubovi homeomorfni.

Polazeći od jednostavnih površina lamina, figura homeomorfnih krugu, de-

finišemo sledeće vrste njihovog komponovanja - lepljenja:

(i) Jedan deo ruba jedne lamine lepi se za jedan deo ruba druge lamine. Rezultujuća sistem površina je opet lamina, dakle homeomorfan krugu

$$L_1 + L_2 = L \text{ (sl. 2a)}$$

(ii) Na dva dela ruba jedne lamine lepe se dva dela ruba druge lamine. Rezultujući sistem - površina je komplikovaniji, i homeomorfan je anulusu. Kazaćemo da je lamina L_2 dodata lamini L_1 kao uvo (sl. 2b)

$$L_1 + e L_2 = A$$

(iii) Lepljenje je moguće sprovesti isto kao u prethodnom slučaju ali tom prilikom uvrnuti drugu laminu. Rezultujući sistem - površina je homeomorfan Möbijusovoj traci. Kažemo da lamini L_1 dodata lamini L_2 kao uvrnuto uvo (sl. 2c)

$$L_1 + te L_2 = MB$$

(iv) Na površinu dobijenu u slučaju (ii) moguće je zalepiti laminu tako da se deo ruba lamine lepi na jednu krivu ruba anulusa dok se drugi deo lepi na drugu krivu ruba anulusa. Rezultujući sistem - površina bila bi homeomorfna probušenom torusu (sl. 2d).

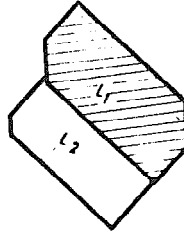
$$A + b L_2 = PT$$

Više različitih i ponovljenih lepljenja mogu da daju vrlo složene oblike - figure tj. mogu da formiraju jednostrane N_m i dvostrane P_m površine kako zatvorene tako i otvorene.

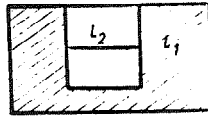
2. TOPOLOŠKO DEKOMPONOVANJE

Pod topološkim dekomponovanjem figure podrazumeva se njeno sečenje. Dekomponovanje na osnovne elemente bila bi triangulacija.

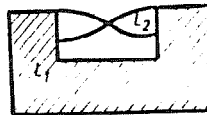
Od značaja su dve topološke invarijan-



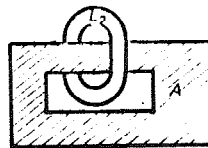
Slika 2a. Lepljenje jednim delom ruba



Slika 2b. Lepljenje lamina kao uvo



Slika 2c. Lepljenje lamina kao uvrnuto uvo



Slika 2d. Lepljenje lamina kao most

te posmatranog oblika - figure: Eulerov broj χ (zbir svih vrhova i strana umanjen za broj ivica) i β broj krivih ruba.

Prilikom dekomponovanja moguće je znajući brojeve χ i β utvrditi koliko je lamina bilo spletno kao uši, uvrnute uši i drške (na datu laminu lepi se prvo uvo a zatim most).

Pri tome ako je kod figure $S_{p,q,r}$ $q \geq 3$ služimo se transformacijom

$$S_{0,3,0} = S_{0,1,1}$$

$q = 0$ $r = 1/2 (2 - (\beta + x))$	$p = \beta - 1$	orijentisana
$q = 0$ $r = 1/2 (1 - (\beta + x))$	$p = \beta - 1$	neorijentisana
$q = 0$ $r = 1/2 (\beta + x)$	$p = \beta - 1$	neorijentisana

gde je q - broj uvrnutih ušiju
 p - broj ušiju
 r - broj drški
 β - broj krivih ruba
 x - Eulerov broj

3. POJMOVI O GRAMATICI I JEZIKU

Koristeći teoriju formalnih jezika i njihove veze sa apstraktnim mašinama čini se pokušaj da se prepoznaju oblici različitih površina kao i način njihovog formiranja - kompozicije ili razlaganja dekompozicije.

Azbuka V je konačan skup simbola (n.p. ulaza). Proizvoljni lančić kombinovan od tih simbola čini reč. Skup svih reči neka je V^* . Uvodi se još pojam prazne reči t.j. reči koja ne sadrži ni jedan simbol. Jezik je proizvoljni skup reči nad nekom azbukom.

Pod gramatikom ovakvog jezika naziva se četvorka

$$G = (V_N, V_T, P, S_0)$$

gde je V_N - skup neterminiranih simbola (promenljivih)

V_T - skup terminiranih simbola (konstanti)

P - skup pravila produkcije

S_0 - početni ili koreni simbol ($S_0 \subset V_N$)

pri tome $V_N \cap V_T = \lambda$ i

$$V = V_N \cup V_T \text{ (rečnik)}$$

Jezik generiran gramatikom G , $L(G)$ je skup reči koji zadovoljava sledeće uslove: svaka reč je sastavljena od sim-

bola iz V_T i svaka reč može biti izvedena odgovarajućom primenom pravila produkcije.

Definicija uradjenog para na sledeći način

$$\Pi = \{(\alpha, \beta) \mid \alpha \in V^* V_N V^* \wedge \beta \in V^*\}$$

$$V^+ = V - \lambda$$

čini produkciju $\alpha \rightarrow \beta$

4. PRIMER GRAMATIKE TOPOLOŠKOG DEKOMPONOVANJA

Problem je naći gramatiku koja opisuje proces topološkog dekomponovanja. Jasno je da problem može imati više rešenja, jedna mogućnost data je ovde.

Neka je l - lamina

p - lamina dodata na uvo

q - lamina dodataka na uvrnutu uvo

m - lamina dodata kao most

z - lamina dodata kao poklopac

(1) $S_0 \rightarrow zA$

(2) $A \rightarrow l$ gde je u slučaju sfere

(3) $A \rightarrow mB$ a $B \rightarrow pA$ u slučaju torusa

(4) $A \rightarrow qA$ slučaj projektovane ravni a Klajnova boca je obuhvaćena sa (4) i (2).

Tako bi gramatika bila

$$G = (V_N, V_T, P, S_0)$$

gde je $V_N = \{S_0, A, B\}$

$$V_T = \{l, p, q, m, z\}$$

a skup pravila produkcije su (1) - (4), početni simbol S_0 (zatvorena površina)

Ovako formirana gramatika može da opiše bilo koju površinu P_m ili N_m .

U skladu sa klasifikacijom po Chomsky-om ova bi bila regularna te je moguće

konstruisati odgovarajući automat

$$A = (X, S, M, s_0, F)$$

gde je $X = V_T = \{l, p, q, m, z\}$

$$S = V_N \cup \{T\} = \{S_0, A, B, T\}$$

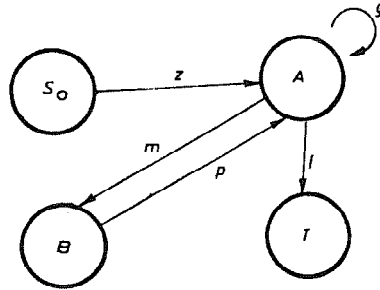
$$s_0 = S_0$$

$$F = \{T\}$$

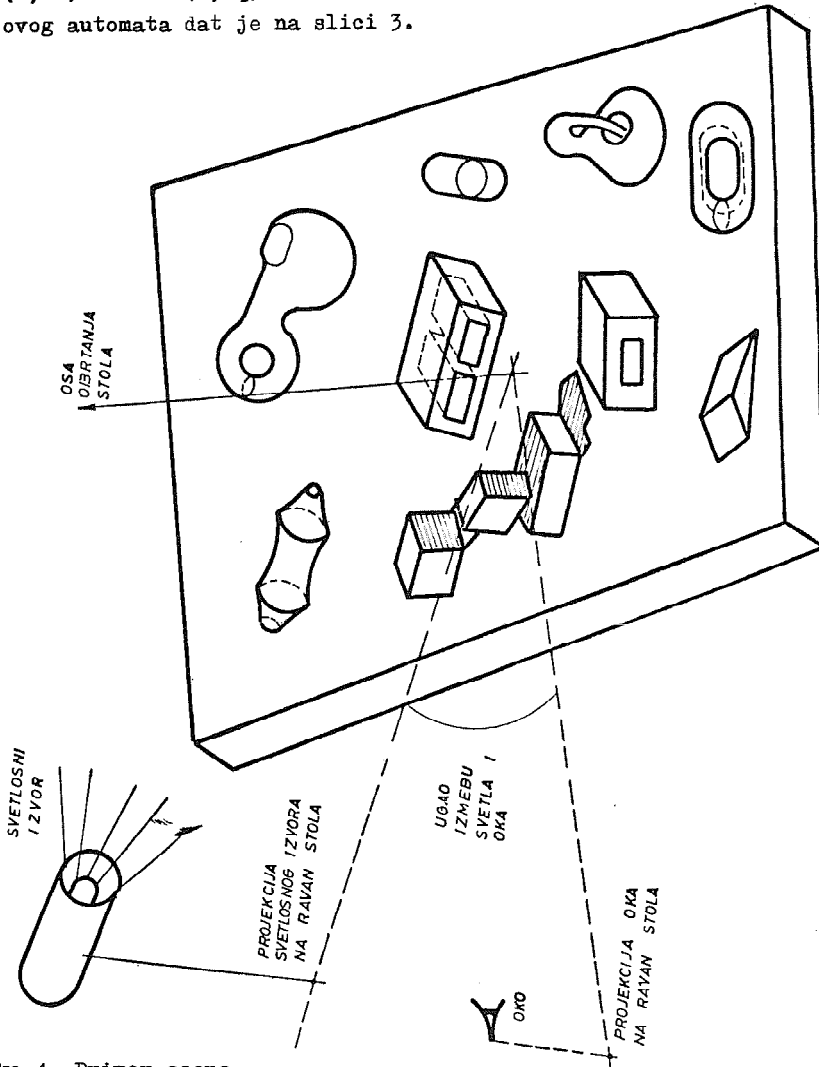
a funkcija M određena na sledeći način:

produkcija $A \rightarrow l$ odgovara komandi $(A, l) \rightarrow T$ dok su ostale produkcije date $(S_0, z) \rightarrow A$, $(B, p) \rightarrow A$, $(A, m) \rightarrow B$ i $(A, q) \rightarrow A$.

Graf ovog automata dat je na slici 3.



Slika 3. Graf automata za dekomponovanje zatvorenih površina



Slika 4. Primer scene

5. TOMOL - algoritam

Neka je data jedna globalna scena koja se sastoji iz figura koje su geometrijski definisane kao i figura koje su tipični topološki predstavnici (slika 4). Sceną na prvi pogled ima hibridan sadržaj. Radi potpunog izkaza scene postavljen je svetlosni izvor, čime su uvedene senke u scenu i određeno mesto gledanja, kao i ugao između njih.

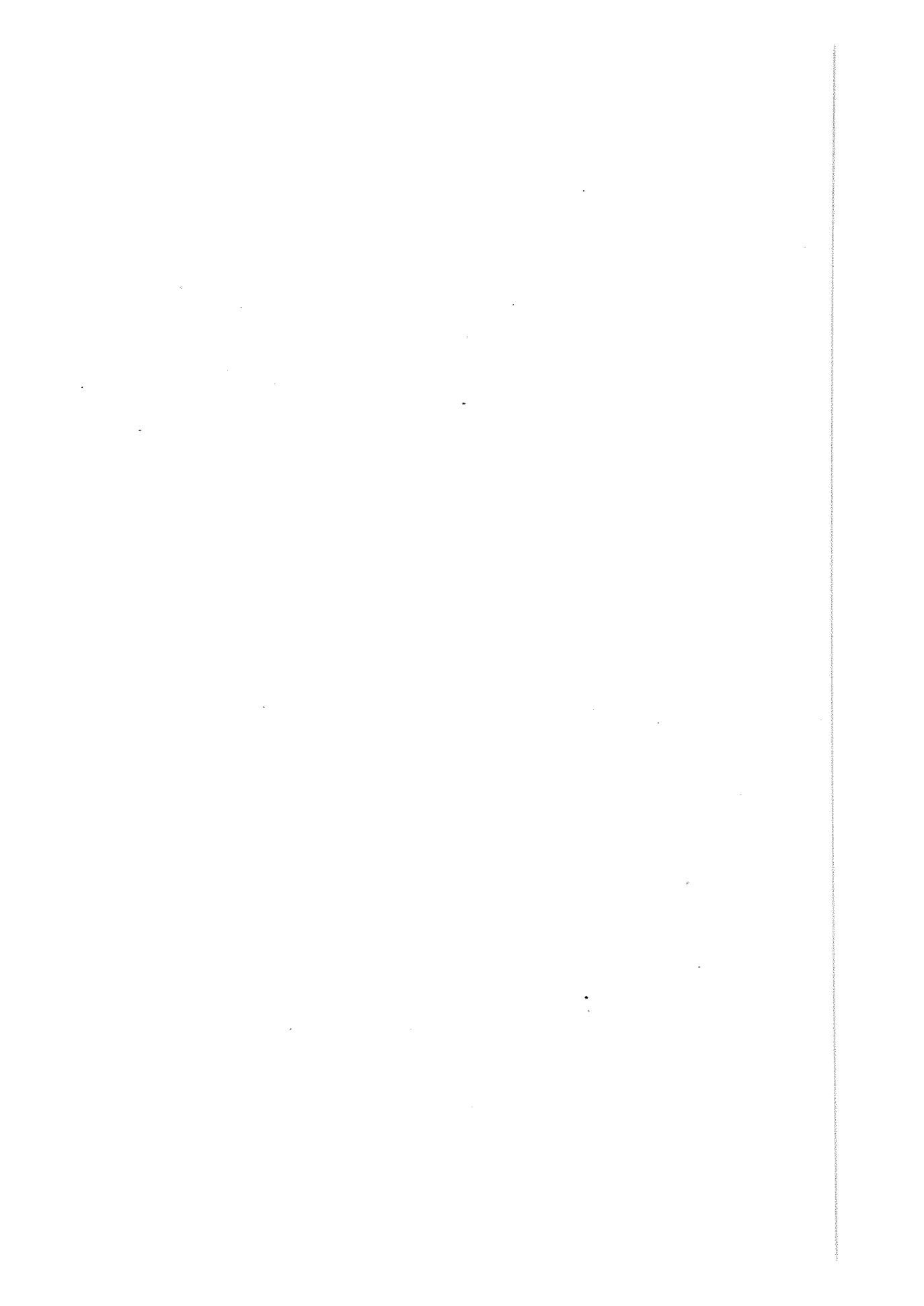
Za dalji razvoj TOMOL - algoritma je od posebnog značaja segment TOPOLOSKE METODE SA JEZIKOM. Razvoj ovog segmenta treba, vremenom, da preraste u poseban topološki jezik koji će da se nadoveže na već razvijene geometrijske jezike. U tom cilju se predlaže da njegovu osnovu čine:

- (i) geometrija topologije
- (ii) algebra topologije
- (iii) kinematika topologije.

Ovde su slobodno uzeti ovi nazivi ali se u njihovom sadržaju striktno sprovode topološke definicije ili čine odstupanja kada se prelazi na geometrijske t.j. kompjuterizovano geometrijske metode.

REFERENCE

1. M. Milačić, Razvoj i primena matematičke metode dekompozicije na višenivojske hijerarhijske sisteme sa informacionom bazom, doktorska disertacija (u izradi)
2. H. Griffiths, Surfaces, London (1976)
3. K. J. Fu, Syntactic Methods in Pattern Recognition, New York (1974)
4. E. Hunt, Artificial Intelligence, New York (1975)



JUPITER-sistem KAO INTEGRALNI KONCEPT SISTEMA ZA UPRAVLJANJE
PROIZVODNJOM U INDUSTRIJSKIM
USLOVIMA

Vladimir R. Milačić

Mašinski fakultet
Univerziteta u Beogradu

U cilju upravljanja proizvodnim sistemom na bazi kibernetičke automatizacije postavljen je i u delovima razvijen jedinstveni sistem za upravljanje proizvodno tehnološkim informacionim resursima (JUPITER-sistem). Rad daje koncept i kratak pregled praktične realizacije postavljenog koncepta. Ovaj rad obuhvata preko dvadeset magistarskih i doktorskih radova i brojne publikacije.

1. KRATAK ISTORIJSKI PREGLED

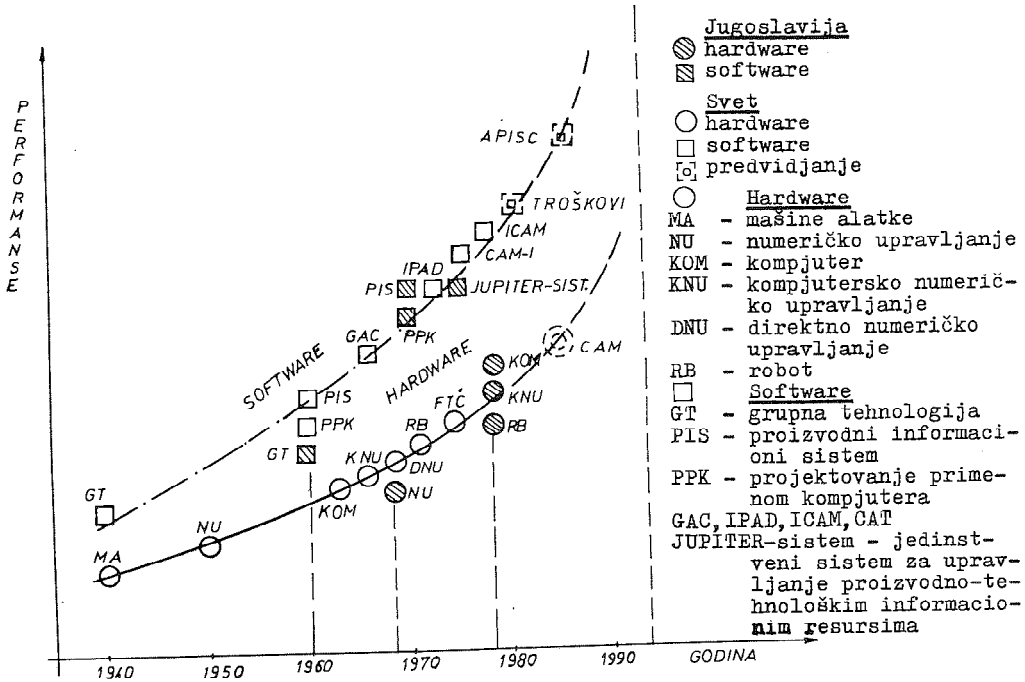
Razvoj proizvodno-tehnoloških sistema, s obzirom na njihovu složenost i performanse, se menja u vremenu po eksponencijalnom zakonu. Izborom karakterističnih događaja u oblasti proizvodno-tehnoloških sistema može se izvršiti verifikacija ovog stava. Uzele su dve grupe događaja. Jedna se odnosi na razvoj hardware a druga na razvoj software. Unutar svake grupe su izabrani događaji i njihova godišna odigravanja u svetu i u Jugoslaviji.

U domenu razvoja hardware izabrane su tri osnovne mašine: mašina alatka, kompjuter i robot. Unutar istorije razvoja mašina alatki izdvojeni su sledeći događaji: NU-mašine, KNU-mašine, DNU-sistemi i FT-šelijske. Upravo je dat nastanak izabranih sistema u Jugoslaviji.

Na sličan način je izvršena analiza

razvoja software-a. Kao polazni napor u oblasti software-a usvojena je grupna tehnologija (GT). Grupna tehnologija je prvi sistemski pristup u proizvodno-tehnološkoj oblasti. Značajan korak u razvoju software-a predstavlja izgradnja prvih informacionih sistema za upravljanje proizvodnjom (PIS) kao i sistema za projektovanje primenom kompjutera (PPK-CAD). Ovim je uspostavljena osnova za nagli razvoj daleko složenijih software-proizvoda za proizvodno-tehnološku oblast. Tako nastaje čitav niz ovih sistema od kojih su samo navedeni LPAD, CAM-I i ICAM.

Uočavajući pravac razvoja software-proizvoda u Jugoslaviji je početkom sedamdesetih godina započeo niz projekata u oblasti PPK²-CAD/CAM (slika 1). Kao rezultat toga je prvi put saopšten koncept JUPITER-sistema za vreme 24 CIRP - Generalne skupštine u Kyoto - Japan 1974. godine /1/. Na PPK(CAD) seminaru između Velike Britanije i Jugoslavije 1980. godine u Beogradu



Slika 1.

dat je jedan pregled razvoja delova ovog sistema /2/. To je isto učinjeno i na 12-tom CIRP-seminaru o tehnološkim sistemima koji je održan u Beogradu 1980. godine na temu primene kompjuterske grafike /3/.

Ukratko se može istaći da Jugoslavija u ovoj oblasti zaostaje oko deset godina, dok s druge strane, u urbanim razvojem u ovoj oblasti može da se dostigne ova razlika i obezbedi brži razvoj industrije prerade metala kod nas.

2. OSNOVNI KONCEPT JUPITER-sistema

Sredinom sedamdesetih godina predložen je JUPITER-koncept, slika 2, /1/. Ukupni proizvodno-tehnološki sistem je podeljen u dva prostora:

- osnovni prostor,
- prostor višeg nivoa.

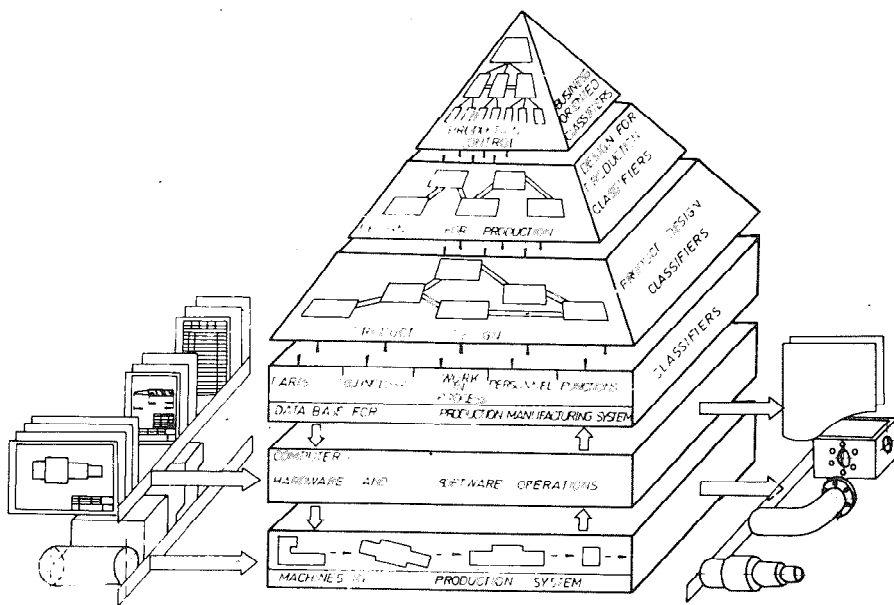
Osnovni prostor ima tri osnovna nivoa:

- (i) mašine u proizvodnom sistemu koje obezbeđuju transformaciju energije i materijala;
- (ii) mašine za procesiranje informacija i programsku podršku;
- (iii) baza podataka za proizvodnim sistemom.

Prostor višeg nivoa obuhvata:

- (i) projektovanje proizvoda (PPK - CAD)
- (ii) projektovanje za proizvodnju (PPK - CAM)
- (iii) upravljanje proizvodnjom (TOPIS - PC).

Svaki od navedenih nivoa ima ulaze/izlaze kao i svoju strukturu. Na bazi dugogodišnjeg rada čitav niz segmenata navedene strukture je razvijen i primenjen u industrijskim uslovima, U narednom periodu se očekuje značajan napredak u razvoju i primeni ovog kon-



Slika 2.

cepta u većem broju industrija kod nas.

3. PRAKTIČNA REALIZACIJA JUPITER-SISTEMA

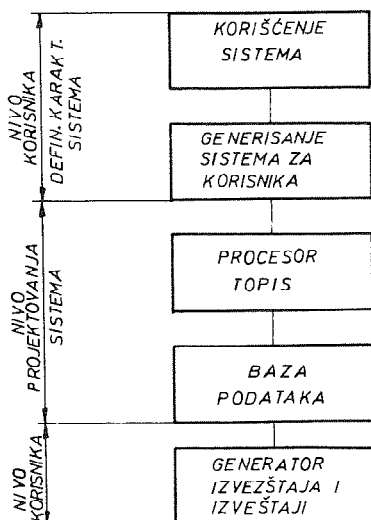
U cilju obezbeđenja istraživačko-razvojnog programa koji treba da dovede do praktične realizacije JUPITER-sistema paralelno je organizovana aktivnost u sledećim pravcima:

- istraživačko-razvojni programi kroz izradu magistarskih i doktorskih radova,
- izgradnja laboratorije za nove tehnologije, i
- istraživačko-razvojni projekti za industriju.

Kao rezultat ovakve naučne strategije danas su ostvareni sledeći rezultati. U oblasti istraživačko-razvojnog programa kroz magistrature i doktorate

završeno je preko dvadeset ovih radova dok je u toku još toliko. Ovi doktorati i magistrature razmatraju pojedina vitalna pitanja iz ukupne strukture JUPITER-sistema. Upravljanje proizvodnjom obuhvaćeno je preko razvijenog TOPIS-sistema (Totalni informacioni sistem za planiranje i upravljanje proizvodnjom). Tri funkcionalne celine ovog sistema su: sistem analiza, tehnološki i poslovni segment. Od posebnog je značaja proizvodno-tehnološki segment koji obuhvata: konstrukcionu i tehnološku informaciju, radni nalog, alat, kvalitet, održavanje, transport i zalihe. Osnovna struktura software-proizvoda je data na slici 3. Struktura je podeljena na nivo korisnika, nivo sistema i nivo izveštavanja za korisnika. Osnovu sistema čini TOPIS-procesor i baza podataka. Detaljan prikaz ovog sistema

dat je u /4/.



Slika 3.

Projektovanje za proizvodnju obuhvata razvoj interaktivnog postupka za projektanta tehnologije. Na bazi tipske i grupne tehnologije razvijen je sistem za projektovanje individualnih tehnoloških procesa za familiju sandučastih delova. Koristeći meni tehniku vrši se izbor tipskih postupaka koji se zatim kroz tehnno-ekonomsku optimizaciju povezuju u tehnološki proces /5/. Pored ovoga koristi se EXAPT-jezik za NU-mašine.

U delu projektovanja proizvoda primenom kompjutera razvijen je sistem geometrijskog modeliranja /6/ kao ulaz u proces projektovanja tehnoloških procesa. Neki od složenih profila koje generiše razvijeni sistem dati su na slici 4. Drugi pravac aktivnosti se odnosi na projektovanje složenih sistema na modularnom principu. Dva primera kompjuterskog projektovanja dati su na slikama 5 i 6. Na slici 5

dat je primer modularnog projektovanja horizontalne bušilice-glodalice tako što je vršeno komponovanje modula koji su pak nastali na prethodnom nivou komponovanja /7/. Drugi primer se odnosi na projektovanje industrijskih manipulatora (slika 6).

Uporedo sa ovim radom izgradjena je Laboratorija za nove tehnologije na Mašinskom fakultetu u Beogradu (slika 7). Ova laboratorija omogućuje simulaciju industrijskih uslova pošto je izgradjena na bazi domaće i inostrane tehnologije. Laboratorija je u operativnom stanju i izvršena su navedena istraživanja kao i obezbedjen program projekta za industriju.

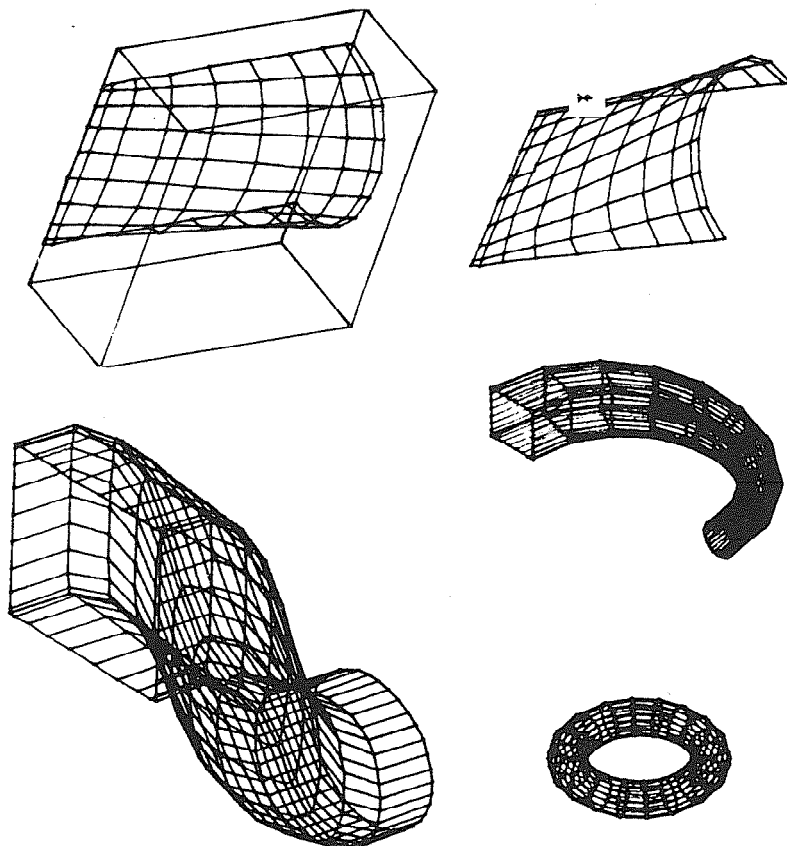
Projekti za industriju su dalja praktična realizacija JUPITER-sistema. Brojni projekti su izvedeni za različite nivoe date piramide. Značajan prodor je učinjen u oblasti upravljanja proizvodnjom, dok se sada vrše istraživanja i u oblasti projektovanja proizvoda i tehnologija.

4. ZAKLJUČNE NAPOMENE

U narednom desetogodišnjem periodu JUPITER-sistem treba da bude potpuno razvijen i primenjen u osnovnoj i modifikovanim verzijama u značajnom broju fabrika. Nesumnjivo da će se izvršiti prilagodjavanje i samih programa istraživanja i razvoja.

Sada je u fazi usvajanje petogodišnjeg programa istraživanja, koji obuhvata razvoj novih proizvodnih tehnika i tehnologija kao i razvoj proizvodne kibernetike.

MASINSKI FAKULTET
BEOGRAD



SLOZENI PROFIL

TORUS

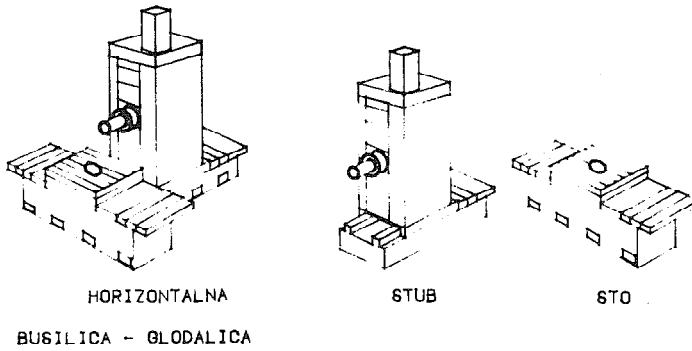
Slika 4.

REFERENCE

1. V. R. Milačić, Application of Cybernetics to the Metalworking industry, 24th CIRP Meeting, Kyoto (1974)
2. V. R. Milačić, A Review of CAD/CAM Activities, UK/YU CAD Seminar, Beograd (1980)
3. Computer Graphics in Manufacturing Systems, Proc. 12th Int. CIRP-seminar, Beograd (1980)
4. V. R. Milačić, TOPIS-sistem, knj. VII, JUPITER-publikacije, Beograd (1979)
5. V. R. Milačić, A Contribution to the Development of a Process Planning Method in Industrial Environment, (in preparation)
6. P. Bojanić, Razvoj koncepta sistema za geometrijsku, dimenzionalnu i tehnološku identifikaciju delova za

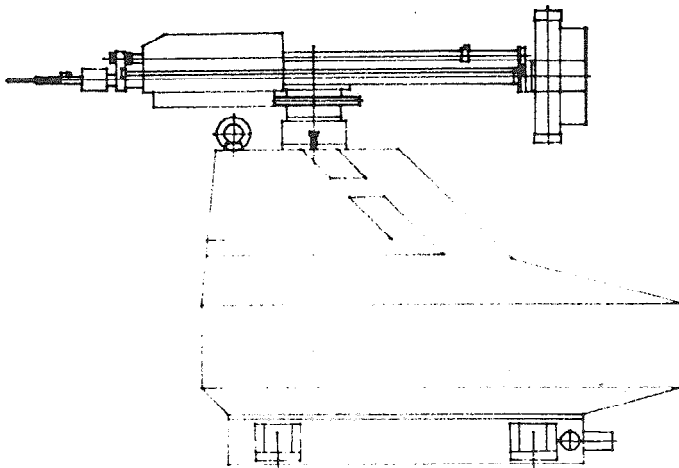
I L R FAMILIJA HORIZONTALNIH BUSILICA GLODALICA

MASINSKI FAKULTET
BEOGRAD



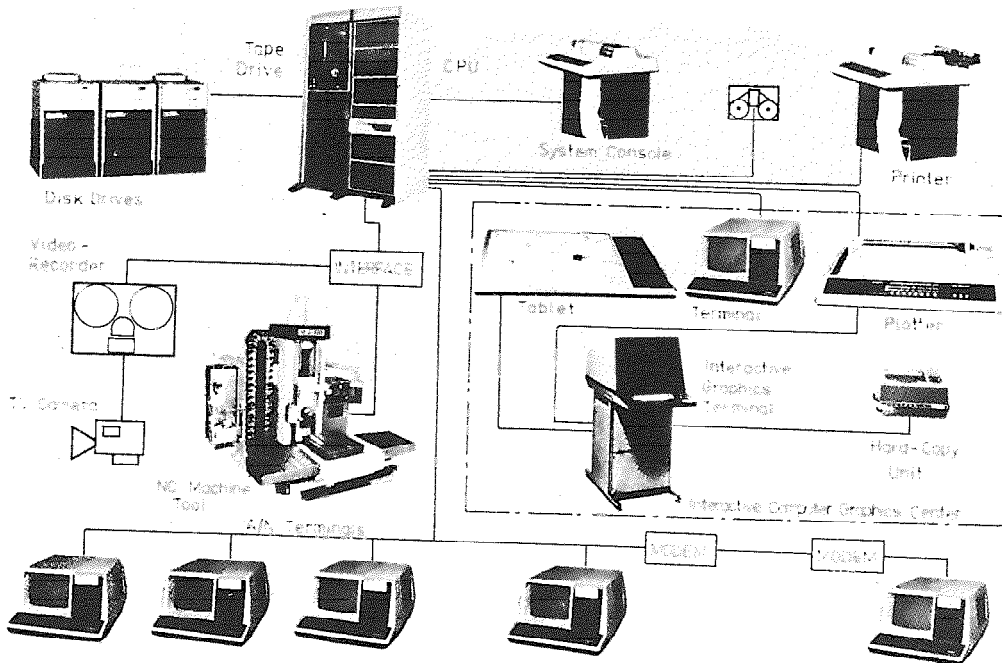
Slika 5.

MASINSKI FAKULTET
BEOGRAD



INDUSTRIJSKI MANIPULATOR RPD-1,26

Slika 6.



Slika 7.

projektovanje tehnoloških procesa na bazi primene kompjuterske grafike, doktorska disertacija, Beograd (1981)

7. M. Milojević, sistem modularnog projektovanja numerički upravljanih horizontalnih bušilica-glodalica i obradnih centara, doktorska disertacija, Beograd (1980)



TEMPERATURE NA KARAKTERISTIČNIM MESTIMA REZNE PLOČICE I NJIHOVA VEZA SA HABANJEM ALATA

DRAGOJE MILIKIĆ

Naučno-obrazovni institut za proizvodno mašinstvo
Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu

U radu se analizira veza između temperatura rezanja na šest karakterističnih mesta rezne pločice i habanja alata. Na osnovu rezultata eksperimentalnih istraživanja konstatuje se da sa porastom habanja alata rastu i temperature rezanja na svim mernim mestima. Ovaj porast je skoro potpuno nezavisan od parametra habanja i mernog mesta, pa se radi toga može odabrati najpogodnija kombinacija parametra i mernog mesta. Predlaže se indirektno praćenje širine pojasa habanja (VB) preko temperature rezanja koja bi se merila na podložnoj pločici na mestu ispod pomoćne ledjne površine (položaj 5).

1. UVODNA RAZMATRANJA

Habanje alata je posledica opterećenja koje nastaje u zoni kontakta za vreme nastajanja strugotine. Pri tom se ne radi samo o mehaničkim već i o termičkim opterećenjima, koja istovremeno deluju na materijal reznog alata i tako izazivaju različite procese habanja. Ovi procesi su u vezi sa određenim fizičko-hemijskim reakcijama, koje se pod dejstvom temperatura i sila rezanja, kod određene kombinacije materijala obradka i alata, ispoljavaju u manjoj ili većoj meri. Habanje alata, kao što je poznato, izaziva niz neželjenih posledica, pre svega smanjenje kvaliteta obradjene površine i tačnosti obrade. Da bi se ti uticaji sveli u dozvoljene granice potrebno je pratiti stanje pohabanosti i kad ono dostigne određenu meru izvršiti zamenu alata. Kod konvencionalnih mašina alatki ovaj posao je najčešće prepušten samom radniku koji donosi odluku o tome kad će izvršiti zamenu alata. Kod savremenih alatnih mašina, gde se prisustvo radnika zamenjuje robotima, ova radnja bi trebalo takodje da se odvija automatski. Drugim rečima potrebno je razviti takve davače-senzore pomoću kojih se u svakom trenutku mogu dobiti podaci o stanju pohabanosti alata.

Poteškoće oko direktnog praćenja parametara habanja alata, zbog malog prostora i visokih pritiska i temperatura na kontaktnim površinama, dovele su do njegovog indirektnog praćenja. Ovo se obično ostvaruje preko obrtnog momenta, sila i temperatura rezanja, hrpavosti obradjene površine, tačnosti obrade i dr., koje je mnogo jednostavnije meriti tokom odvijanja procesa rezanja.

Da bi se habanje alata moglo indirektno pratiti preko neke od gore pomenutih veličina, mora se uspostaviti pouzdana veza između te

veličine i habanja alata. O jednoj takvoj vezi između temperatura rezanja i habanja alata raspravlja se u ovom radu.

2. VEZA TEMPERATURA REZANJA I HABANJA ALATA

Veza između habanja alata i temperatura pri rezanju bila je u dosadašnjim istraživanjima predmet velikog broja istraživača i to u jednom širem vremenskom intervalu. U svim ovim istraživanjima nastoji se naći odgovor na dva pitanja i to:

- kako temperatura rezanja utiče na postojanost alata i
- da li se u posmatranom procesu obrade menja temperatura rezanja sa porastom habanja alata?

Odgovor na prvo pitanje dat je još 1937. godine od strane Schallbroch-a i Schaumann-a [1], a zatim u radovima [2,3,4]. U svim ovim radovima se konstatuje da u određenom intervalu postoji zavisnost između postojanosti alata i srednje temperature rezanja koja u dvostrukoj log-log mreži predstavlja prvu liniju.

Istraživanja vezana za drugo pitanje nisu ni do danas dala jednoznačan odgovor. Merenja srednje temperature rezanja prirodnim termoparom alat-obradak tokom obrade pokazala su da se ista ne menja već ostaje približno konstantna [5,6]. Ovo se objašnjava time što povećanje kontaktnih površina, zbog habanja alata na grudnoj i ledjnoj površini, kompenzira povećanje temperatura rezanja. Na taj način u potpunosti otpada ideja da se stanje pohabanosti alata u procesu rezanja prati preko temperature prirodnog termopara alat-obradak. Medjutim, promena temperature rezanja određene tačke zone rezanja tokom obrade pokazuje, prema novijim istraživanjima, određene

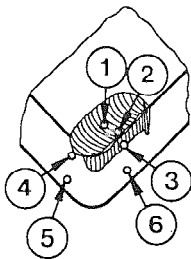
ni porast.

Pošto je za habanje na lednoj površini alata posebno interesantan tok temperature, Ehmer [7] je sproveo odgovarajuća merenja pomoću termoelementa ugrađenog u alat u blizini ledjne površine. Opiti koji su sprovedeni pri različitim brzinama i vremenu rezanja, koje je mestimično išlo i do 45 (min), pokazali su bez izuzetka porast temperature na mestu gde je bio ugrađen termoelement. Malitzki i Vollmer [8] su specijalno razvijenim zračnim pirometrom, sa foto optikom i provodnikom svetlosti, merili promenu temperature sa vremenom rezanja na pomoćnoj lednoj površini strugarskog noža pri uzdužnoj obradi. Rezultati merenja su i ovde pokazali porast temperature sa vremenom rezanja. Groover i dr. [9] je došao do linearne zavisnosti izmedju habanja alata i temperature rezanja merene na podložnoj pločici pomoću ugrađenog termoelementa.

3. DEFINISANJE PREDMETA ISTRAŽIVANJA

Kao što se iz prethodnog izlaganja vidi, praćenje habanja alata preko srednje temperature rezanja nije moguće obzirom da ista tokom rezanja ostaje približno konstantna. Međutim, promena temperature rezanja određene tačke u blizini zone rezanja tokom obrade, pruža mnogo šire mogućnosti korišćenja temperatura rezanja za indirektno praćenje habanja alata o čemu govore i izneti primeri istraživanja. Ali postoje i suprotne tvrdnje tj. da se ne radi o značajnijem porastu temperature rezanja, koje bi se moglo koristiti za identifikaciju stanja reznog alata, odnosno upravljanje procesom obrade. Osim toga još uvek nemamo primere praktične primene, te ovo pitanje i dalje ostaje otvoreno za istraživače.

Zbog napred iznetog cilj ovog rada je određivanje promene temperatura rezanja na šest karakterističnih mesta (slika 1) rezne pločice sa vremenom rezanja. Takodje se želi uporedno pratiti i kompletno habanje na grudnoj i lednoj površini alata, kako bi se mogla odrediti zavisnost dobijenih temperatura rezanja i veličina tog habanja. Ukoliko se ta zavisnost uspostavi, onda je praćenje habanja alata, kao najvažnijeg parametra procesa obrade rezanjem, moguće ostvariti indirektno preko temperatura rezanja, čije je kontinualno merenje znatno jednostavnije.



Slika 1.

4. USLOVI PRI EKSPERIMENTALNIM ISPITIVANJIMA

Ekperimenti su vršeni na čeliku za poboljšanje Č1730 (C60) u normalizovanom stanju ($\sigma_M = 765 \text{ (N/m}^2\text{)}$; $HB=2110 \text{ (N/m}^2\text{)}$).

Kao alat korišćen je pravi strugarski nož za grubu uzdužnu obradu "PROMAX-A" sa drškom poprečnog preseka 25x25 (mm) pločicama od tvrdog metala SNUN kvaliteta SV25 (P25) proizvodnje "Sintal" Zagreb.

Geometrijski elementi reznog dela alata nisu varirani i bili su: grudni ugao $\gamma = -6^\circ$, ledjni ugao $\alpha = 6^\circ$, ugao vrha noža $\epsilon = 90^\circ$, napadni ugao $\kappa = 75^\circ$, (pomoćni napadni ugao $\kappa_1 = 15^\circ$), ugao nagiba sečiva $\lambda = -6^\circ$ i poluprečnik zaobljenja vrha noža $r = 0,8 \text{ (mm)}$.

Elementi režima obrade nisu varirani i iznosili su: brzina rezanja $v = 1,87 \text{ (m/s)}$; pomak $s = 0,428 \text{ (mm/o)}$ i dubina rezanja $a = 3,5 \text{ (mm)}$. Sva ispitivanja su obavljena bez primene sredstava za hladjenje i podmazivanje.

Ispitivanja su sprovedena na univerzalnom strugu "Potisje-Morando" - PA 22, pogonske snage od 11 (kW).

Merenje veličina habanja na grudnoj i lednoj površini alata vršeno je na Zeiss-ovom digitalnom mernom mikroskopu, putem prethodno uzetih i posebno pripremljenih otisaka od plastične mase [10].

Merenje promene maksimalne temperature tokom rezanja u sredini kratera (položaj 1.), kao i temperature nešto bliže sečivu (položaj 2.), vršeno je direktnim postupkom pomoću ugrađenog minijaturnog termoelementa NiCr-Ni u strugarski nož [11].

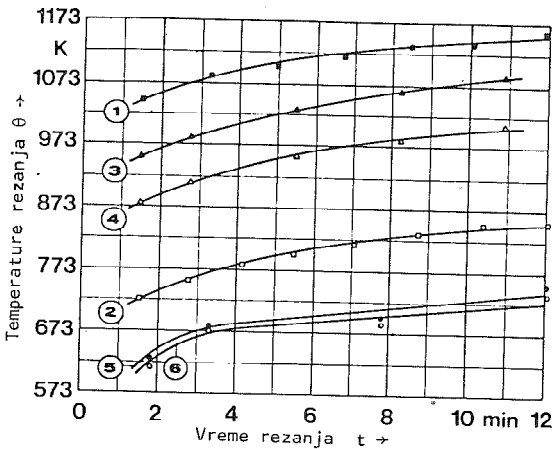
Merenje promene temperatura na lednoj (položaj 3.) i pomoćnoj lednoj površini (položaj 4.), vršeno je pomoću standardnih termoelementa CrNi-Ni ugrađenih u za to pripremljene kanale veličine 1x1 (mm). Istim termoelementom, ugrađenom u podložnu pločicu (položaj 5. i 6.), merena je promena temperature na površini oslanjanja rezne pločice [11].

Očitavanje veličine temperature vršeno je digitalno na instrumentu "DIGITAL THERMOMETER" - TR 2112 sa automatskom regulacijom temperature hladnog spoja, a registrovanje toka na svetlosnom oscilografu "HOTTINGER" AF 8 UV.

5. REZULTATI EKSPERIMENTALNIH ISPITIVANJA I NJIHOVA ANALIZA

Zahvaljujući razvoju i primeni jedne nove merne metode sa ugrađenim minijaturnim termoelementima [11], ostvareno je direktno merenje temperatura rezanja na površini kontakta izmedju alata i strugotine. U ovom slučaju vršeno je merenje promene maksimalne temperature rezanja u sredini kratera (položaj 1.), kao i temperatura nešto bliže sečivu (položaj 2.). U cilju uporednog praćenja promene temperatura u toku rezanja na više karakterističnih mesta rezne pločice, merene su i temperature na lednoj (položaj 3.) i pomoćnoj lednoj (položaj 4.) površini, kao i na dva mesta na površini oslanjanja rezne pločice (položaj 5. i 6.). Na slici 2 dat je uporedni dijagram

toka ovih temperatura sa vremenom rezanja.

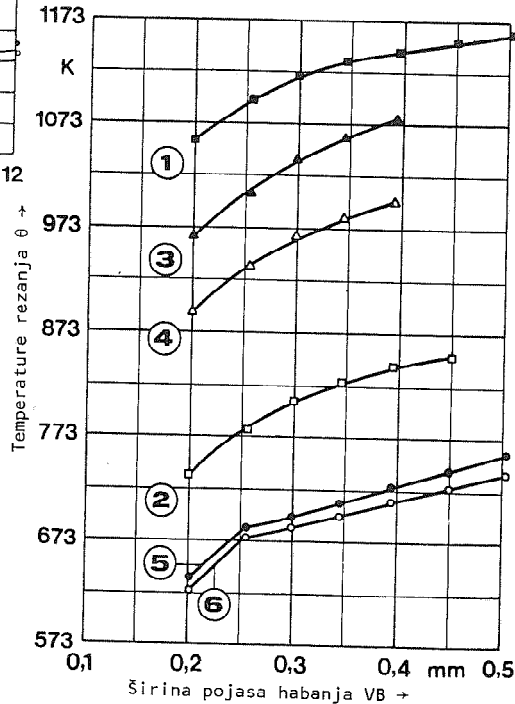


Slika 2.

Kako se vidi sa ovog dijagrama, temperature na svim mernim mestima (1 do 6) rastu sa vremenom rezanja. Ovaj porast je čak približno isti nezavisno od položaja mernog mesta, obzirom da su krive promene temperatura svih mernih mesta približno međusobno paralelne. Ovakva promena može se objasniti ravnomernim prostiranjem temperaturskog polja, pri čemu se povećanje jačine toplotnih izvora na grudnoj i lednoj površini alata, zbog povećanja površine trenja, približno isto odražava na svaku tačku područja u kome su raspoređena merna mesta. Pri ovome svakako treba računati na određeno kašnjenje ovih promena, ali su ta vremena relativno mala zbog bliskog rastojanja mernih mesta.

Dalje se uočava da između temperatura pojedinih tačaka, koje leže na relativno malom rastojanju (položaji 1. i 2, odnosno 2. i 3), postoji velika razlika. Na osnovu toga, može se zaključiti o različitom toplotnom opterećenju reznog klina alata, što ima za posledicu neujednačenom habanju pojedinih zona grudne i ledjne površine u odnosu na sečivo. Razlika koja postoji između temperatura na lednoj i pomoćnoj lednoj površini (položaji 3 i 4), koja proizilazi iz prirode samog procesa rezanja, menja taj karakter na površini oslanjanja rezne pločice, tako da temperatura bliže pomoćnoj lednoj površini (položaj 5) postoje veća od odgovarajuće temperature bliže lednoj površini (položaj 6). Ovim se potvrđuje pretpostavka o "hladjenju" alata preko obrađene površine o čemu govori Ehmer [7] Vukelja [12] i neki drugi istraživači. Takođe se može uočiti mala razlika između temperatura na mestima 5 i 6, koja se nalaze na relativno velikom rastojanju. Koristeći izmerene vrednosti veličina habanja na grudnoj i lednoj površini alata sa vreme-

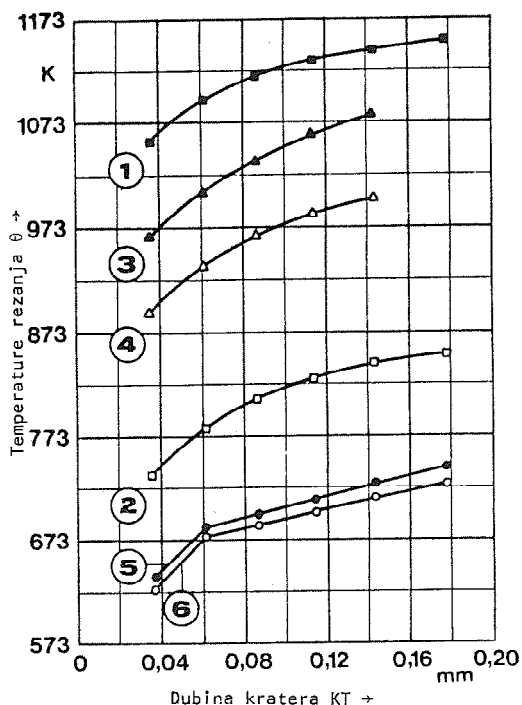
nom rezanja, kao i odgovarajuće temperature rezanja, dijagram slika 2, sačinjena su sledeća četiri dijagrama zavisnosti temperatura rezanja (θ) od: širine pojasa habanja (VB), slika 3.; dubine kratera (KT), slika 4.; odnosa kratera (K), slika 5. i širine kratera (KB), slika 6. I ovde se, kao i u prethodnom slučaju, može konstatovati da povećanje veličina koje karakterišu habanje alata na grudnoj (KT, K i KB) i lednoj (VB) površini alata, izaziva znatno povećanje temperatura rezanja u pojedinim tačkama rezne pločice.



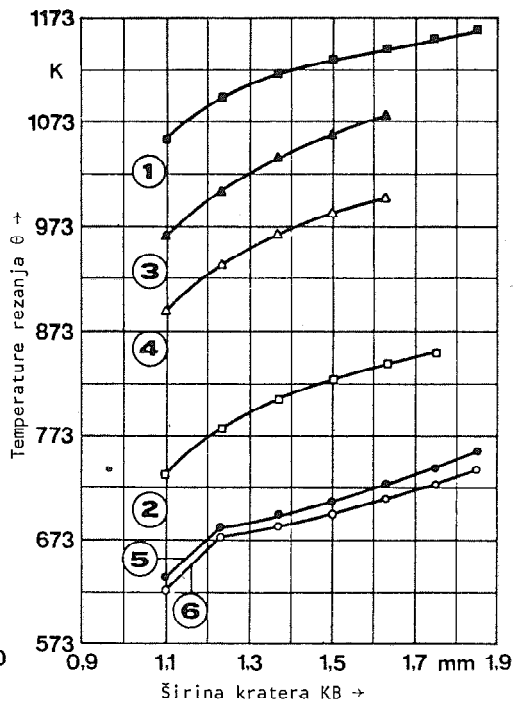
Slika 3.

Kao što se sa ovih dijagrama vidi, promena temperatura rezanja u zavisnosti od pojedinih parametara habanja alata ima približno isti karakter. Ovim se potvrđuje nedeljivost procesa habanja na grudnoj i lednoj površini alata odnosno o postojanju određene međuzavisnosti između ova dva habanja. Do istih zaključaka došli su u svojim istraživanjima Rossetto i Koch [13], kao i Primus [7].

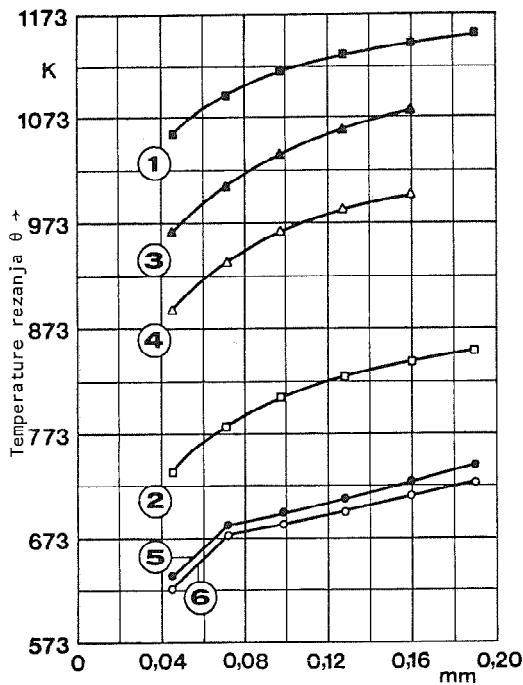
Ako se posmatra tok temperatura rezanja u funkciji nekog od parametara habanja, onda se i ovde može konstatovati da porast temperature ne zavisi bitno od položaja mernog mesta. Tako na primer za promenu širine pojasa habanja (VB) (slika 3.) od 0,2 do 0,4 (mm), porast temperatura rezanja na svim mernim mestima (1 do 6) iznosi cca $373 \pm \max 15$ (K).



Slika 4.



Slika 6.



Odnos kratera $K = K_T / K_M$ →
Slika 5.

Promena temperatura rezanja (θ_i) na pojedinim karakterističnim mestima rezne pločice u funkciji nekog od parametara habanja, može se matematički obuhvatiti jednačinom oblika:

$$\theta_i = \theta_{i0} + C_i (VB)^m; \quad i = 1 \text{ do } 6 \quad (1)$$

gde je:

θ_{i0} - temperatura rezanja posmatranog mernog mesta na početku rezanja ($t \approx 0$)

$C_i = f(x, y, z)$ - konstanta koja zavisi od položaja mernog mesta i uslova obrade,

dok je $m = \text{const}$ za sve položaje.

Prema napred iznetim rezultatima ovih ispitivanja, odgovor na pitanje, da li se u posmatranom procesu obrade menja temperatura rezanja sa porastom habanja alata, bio bi potvrđan. Mereći promenu temperatura rezanja na 6 karakterističnih mesta zone rezanja (slika 2) ovaj odgovor se, međutim, može i kvalitativno dopuniti. Naime, zbog približno istog porasta temperatura rezanja na svim mernim mestima, otpada potreba da se prati promena temperature rezanja na kontaktnim površinama alat-strugotina, odnosno alat-obradak, jer bi to za proizvodnu praksu bilo dosta skupo. Sa druge strane isti efekti postižu se ugradjivanjem standardnih termoelemenata i podložnu pločicu, što je sa tehničkog i ekonomskog stanovišta daleko pogodnije. Pri tome se istrošena rezna pločica menja dok se ugradjeni

termoelement, zajedno sa drškom, može praktično neograničeno koristiti, pa u tom modifikaciji i industrijski proizvoditi.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu napred izloženih rezultata ovih istraživanja i njihove analize mogu se doneći sledeći zaključci:

- Porast temperatura rezanja sa promenom bilo kog parametra habanja, na grudnoj ili lednoj površini alata, je značajan, dijagrami slika 3,4,5,6., tj. postoji korelaciona veza između habanja alata i temperatura rezanja.
- Veza između temperatura rezanja i nekog od parametara habanja alata može se i matematički obuhvatiti, jednačina (1).
- Indirektno praćenje nekog od parametara habanja alata, preko promene temperature rezanja, može se obaviti na bilo kom mestu rezne pločice bliže zoni rezanja gde je to sa, tehničkog i ekonomskog stanovišta, najpogodnije.
- Za praktičnu realizaciju prethodnog zaključka smatramo da je najjednostavnije pratiti promenu temperatura na površini oslanjanja rezne pločice sa porastom širine pojasa habanja (VB), kriva 5 na slici 3.
- Zavisnost temperature rezanja od bilo kog parametra habanja na grudnoj ili lednoj površini alata ima identičan karakter, što potvrđuje nedeljivost procesa habanja na lednoj i grudnoj površini, tj. postojanje određene međuzavisnosti habanja po lednoj i grudnoj površini.
- Sa stanovišta primene adaptivnog upravljanja mašinama alatima i optimizacije procesa rezanja, rezultati ovih ispitivanja potvrđuju opravdanost nastojanja da se temperatura rezanja iskoristi kao davač-senzor za indirektno praćenje habanja alata, na čemu treba i dalje raditi.

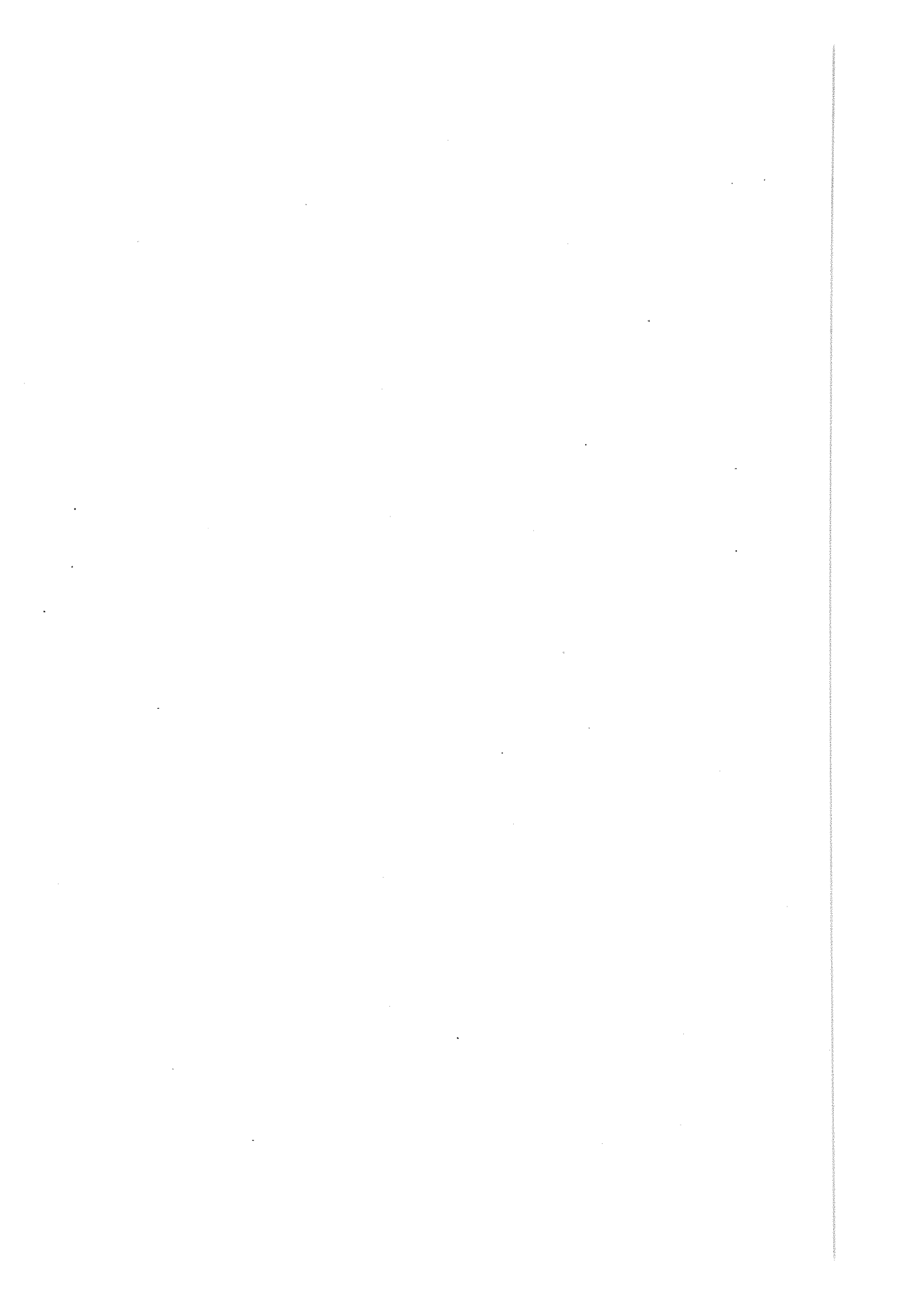
Autor i ovom prilikom želi da se zahvali Prof.Dr.-Ing.F.Eckstein sa Technische Hochschule Darmstadt/SR Nemačka na pomoći u vezi sa realizacijom ovih istraživanja.

LITERATURA

1. Schallbroch, H., Schaumann, H.: Die Schnitttemperatur beim Drehvorgang und ihre Anwendung als Zerspanbarkeitskennziffer. VDI-Zeitschrift, Bd. 81, Nr. 11, März 1937., str. 325-330.
2. Giusti, F.: Contribution à l'Étude de la "Température de Coupe" en Relation avec les Facteurs de la Coupe et les Applications Pratiques. Annals of the CIRP, Vol. 14 (1967), str. 327-335.
3. Reichel, W.: Abgekürztes Standardermittlungsverfahren für spangebende Werkzeuge. Maschinenbau der Betrieb, Bd. 11, Heft 22,

Nov. 1932, str. 473-477.

4. Vollmer, H. H.: Schneidentemperatur als verschleissbestimmende Grösse für eine Verfahrensoptimierung in der Abspantechnik. Fertigungstechnik und Betrieb, 24 (1974), Heft 5, str. 300-305.
5. Axer, H.: Temperaturfeld und elektro-chemischer Verschleiss am Drehmeissel. Industrie-Anzeiger, 76 (1954), Nr. 11, 142-144.
6. Lowack, H.: Temperaturen an Hartmetall-drehwerkzeugen bei der Stahlzerspannung. Dissertation, TH Aachen, 1967.
7. Ehmer, H. J.: Beitrag zur Ermittlung der Gesetzmässigkeiten und Ursachen des Freitälchenverschleisses an Hartmetall-drehwerkzeugen. Dissertation, TH Aachen, 1970.
8. Malitzki, H., Vollmer, H. J.: Aussagefähigkeit strahlungs-pyrometrischer Temperaturmessungen an Hartmetall-Wendeschneidplatten. Fertigungstechnik und Betrieb, 27 (1977) 1, str. 43-46.
9. Groover, M. P., Kaprovich, R. J., Levy, E. K.: A study of the relationship between remote thermocouple temperatures and tool wear in machining. Int. J. Prod. Res., 25 (1977), Nr. 2, str. 129-141.
10. Milikić, D.: Odredjivanje karaktera i veličine habanja na grudnoj i lednoj površini alata metodom otisaka, Tribologija u industriji 11, (1980), br. 2.
11. Milikić, D.: Nova metoda za merenje temperatura pri obradi rezanjem i mogućnosti njene tehnološke i senzorske primene. Doktorska disertacija, FTN, Novi Sad, 1980.
12. Vukelja, D.: Termodinamika rezanja. Monografija IAMA, 2 (1970), Beograd, 1970.
13. Rossetto, S., Koch, U.: An Investigation of Temperature Distribution on Tool Flank Surface. Annals of the CIRP, Vol. XIV, str. 551-557.
14. Šolaja, V., Vukelja, D., Simović, V.: Identifikacija intenziteta habanja praćenjem povišenja temperature na karbidnoj pločici. Zbornik saopštenja VII savetovanja proizvodnog mašinstva, I knjiga, Novi Sad, 1971.
15. Milikić, D.: Prilog proučavanja uzajamne veze temperatura pri rezanju i habanja alata MMA, Novi Sad, 1979.
16. Milikić, D.: Korišćenje temperature rezanja za identifikaciju procesa rezanja pri adaptivnom upravljanju obradnim sistemima, BIAM'80, Zagreb, 1980.



OCENA POKAZATELJA POUZDANOSTI MAŠINSKIH
SISTEMA NA OSNOVU MODELIRANJA

VOJISLAV Dj. MILTENOVIĆ

MIODRAG V. VELIMIROVIĆ

Katedra za Mašinske konstrukcije
Mašinski fakultet
Univerziteta u Nišu, Jugoslavija

Ovaj rad razmatra problem utvrđivanja obima rada (resursa) koji jedan sistem može da ostvari za različite uslove i režime rada. Zbog velikog broja parametara slučajnog karaktera, koji određuju uslove rada sistema, moguće ih je adekvatno opisati samo metodom statističkog modeliranja. U radu je data analiza mogućnosti pojave postepenih i iznenadnih otkaza sa osnovom na teoriju pouzdanosti. Prikazani su i algoritmi toga proračuna raspodele obima rada do otkaza.

1. UVOD

Većina mašinskih proizvoda čine složene sisteme, koji se sastoje od posebnih sklopova, delova, agregata, sistema upravljanja itd. Pod složenim sistemom podrazumeva se objekat namenjen za izvršenje zadate funkcije, koji može biti rasčlanjen na elemente od kojih svaki takodje vrši određenu funkciju i nalazi se u uzajamnoj vezi sa drugim elementima sistema.

Savremene mašine sastoje se od velikog broja posebnih delova, i svi ovi delovi dužni su da pouzdano rade u toku zadatog perioda vremena. Uz to uslovi eksploatacije mogu biti veoma različiti, pa je zbog toga ocena pouzdanosti takvih mašina vrlo ozbiljan i složen problem. Korišćenje računskih metoda prognoziranja na osnovu verovatnosne prirode akumulacije oštećenja u materijalu delova ima za cilj ocenu pouzdanosti sistema u različitim etapama razrade i ispitivanja. Pri tome metode prognoziranja zahtevaju detaljno izučavanje kako fizičkih procesa koji dovode do otkaza, tako i zakonitosti koje ima verovatnosna priroda razaranja. To i čini osnovu prognoziranja stanja mašinskih sistema. Ocena pouzdanosti sistema u stadijumu stvaranja novih proizvoda bazira se na analizi slučajnih procesa spoljašnjeg uticaja na sistem, dinamičkih veza između elemenata sistema, kao i na promenu u mikro strukturi materijala delova u procesu eksploatacije. Zbog toga metoda prognoziranja treba da objedini verovatnosni postupak proračuna i osnovu te-

orija slučajnih funkcija, a sve to treba da se bazira na eksperimentima u uslovima bliskim eksploatacionim.

Otkaz kod mašinskih sistema može da se javi zbog otkaza niza njegovih različitih elemenata. Pored toga slučajni karakter otkaza uslovljen je rasipanjem karakteristika izdržljivosti delova i drugim faktorima.

Između elemenata mašinskog sistema najčešće postoji jaka dinamička veza koja ima bitan uticaj na identifikaciju režima opterećenja delova.

Pri oceni pouzdanosti složenog mašinskog sistema moguće je formulisati dva osnovna zadatka:

- odrediti pouzdanost sistema u celini,
- prema zadatoj pouzdanosti sistema naznačiti pokazatelje pouzdanosti njegovih elemenata.

Za sada ne postoji metoda koja omogućuje da se tačno reše ovi zadaci za mehanički sistem, imajući u vidu njegove osobine. Najtačnije metode su one koje se zasnivaju na modeliranju fizičkih procesa koji dovode do otkaza. Pri tome je za realizaciju takvih metoda neophodna primena računara na kojima se vrši modeliranje ponašanja sistema pri različitim uslovima eksploatacije što odgovara različitim opterećenjima delova sistema. Ovo pak ima za posledicu akumulaciju zamora u materijalu što dovodi do otkaza.

2. METODOLOŠKI PRISTUP OCENI POUZDANOSTI MAŠINSKIH SISTEMA

Simulacija procesa izlaza iz stroja realnih elemenata sistema omogućuje dobijanje

zahtevanih karakteristika i pokazatelja pouzdanosti. Dinamičke veze dovode do određenog režima opterećenja delova što pruža mogućnost da se oceni pouzdanost sistema u celini.

Pod dejstvom opterećenja u delovima mašinskog sistema mogu da se jave dva principijelno različita tipa otkaza: postepeni i iznenadni.

Postepeni otkazi karakterišu se postepenom promenom jednog ili nekoliko zadatih parametara sistema. Postepeni otkaz je neizbežan jer je rezultat akumulacije oštećenja (zamor, abanje) i starenja delova sistema. Ranije ili kasnije obavezno će doći do pojave ovog otkaza, odnosno verovatnoća pojave ovog otkaza jednaka je jedinici.

Prognoziranje postepenih otkaza vezano je sa modeliranjem u toku vremena fizičkih procesa akumulacije zamora kod delova mašinskih sistema u određenim uslovima i režimima eksploatacije.

Iznenadni otkazi izazvani su uzrocima slučajnog karaktera, i najčešće se kod mašinskih sistema javljaju zbog preopterećenja. Ovi otkazi vezani su sa pojavom ekstremnih situacija u toku eksploatacije i često imaju avarijsko dejstvo. Pojava iznenadnih otkaza ne zavisi od vremena prethodnog rada sistema.

Prognoziranje iznenadnih otkaza vezano je sa modeliranjem najnepovoljnijih faktora i slučajnih spoljašnjih uticaja koji imaju za posledicu preopterećenje, što prevazilazi mogućnosti karakteristika čvrstoće delova sistema.

3. MODELIRANJE POSTEPENIH OTKAZA

Metoda se sastoji u višestrukom modeliranju rada mašine u različitim uslovima i režimima eksploatacije. Pri tome se simuliraju procesi opterećenja i njihovo delovanje na akumulaciju zamora u materijalu. Šema statističkog modeliranja procesa oštećenja i nastajanja postepenog otkaza delova i sistema prikazana je na slici 1. Proces rada mašine modelira se analitičkim izrazima i logičkim jednačinama.

Opterećenje delova sistema na svakom koraku modeliranja određuje se na osnovu režima rada, uticaja okolne sredine i kinematskih parametara koji određuju njihovu obimnu ili translatornu brzinu odnosno brojeve obrtaja. Ovako sračunato opterećenje je kvazistatičko.

Uticaj dinamičkog ponašanja sistema na opterećenje delova može da se uzme sa određenom tačnošću preko koeficijenata K_{ve} - za spoljašnje dinamičke uticaje i K_{vi} - za unutrašnje dinamičke uticaje.

Ovi koeficijenti zavise od režima rada. Na osnovu ovako određenog ekvivalentnog opterećenja $y_{id}(T)$ (d-tog dela sistema na i-tom koraku modeliranja) računa se radni napon σ_{id} za razmatrano granično

stanje dela i broj promena opterećenja $N_{id}(\Delta T)$ pri kome on deluje. Ukupna akumulacija oštećenja u materijalu delova sistema pri i-tom koraku modeliranja može da se izrazi kao

$$R_i = R_{i-1} + A_i \quad (1)$$

gde su: R_i i R_{i-1} - akumulacije oštećenja na odgovarajućim koracima modeliranja, A_i - priraštaj akumulacije oštećenja za korak modeliranja ΔT .

Definišući tempo akumulacije oštećenja kao

$$R_{li} = \frac{R_i}{T} \quad (2)$$

moguće je napisati

$$R_{li} = R_{li-1} \left(1 - \frac{\Delta T}{T}\right) + \frac{A_i}{T} \quad (3)$$

Na osnovu jednačine (3) vrši se proračun tempa akumulacije oštećenja (akumulacija zamora u materijalu za 1 čas rada ili za 1 predjeni kilometar mobilne mašine) za svaki od razmatranih delova sistema i po svakom graničnom stanju. Pri tome period eksploatacije T_{uj} koji odgovara jed-

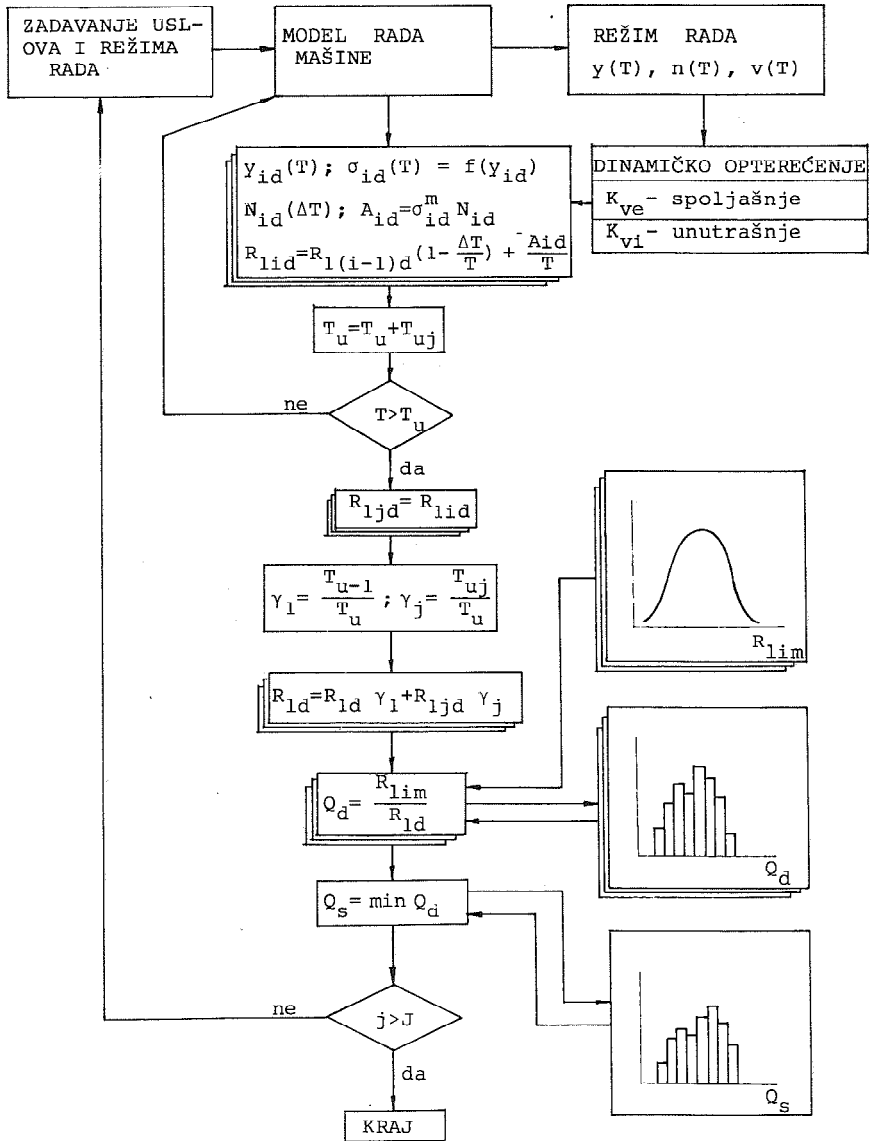
nom ciklusu modeliranja mora u sebi da sadrži sve moguće režime i uslove rada sistema. Uslovi i režimi rada kao i vreme rada sistema mogu se u toku modeliranja menjati, čime se omogućuje vrlo veliki broj kombinacija, što povećava tačnost dobijenih rezultata.

U narednom bloku vrši se sračunavanje relativnih vremena rada γ_1 i γ_j gde se γ_1 odnosi na prethodne, a γ_j na date uslove i režime rada.

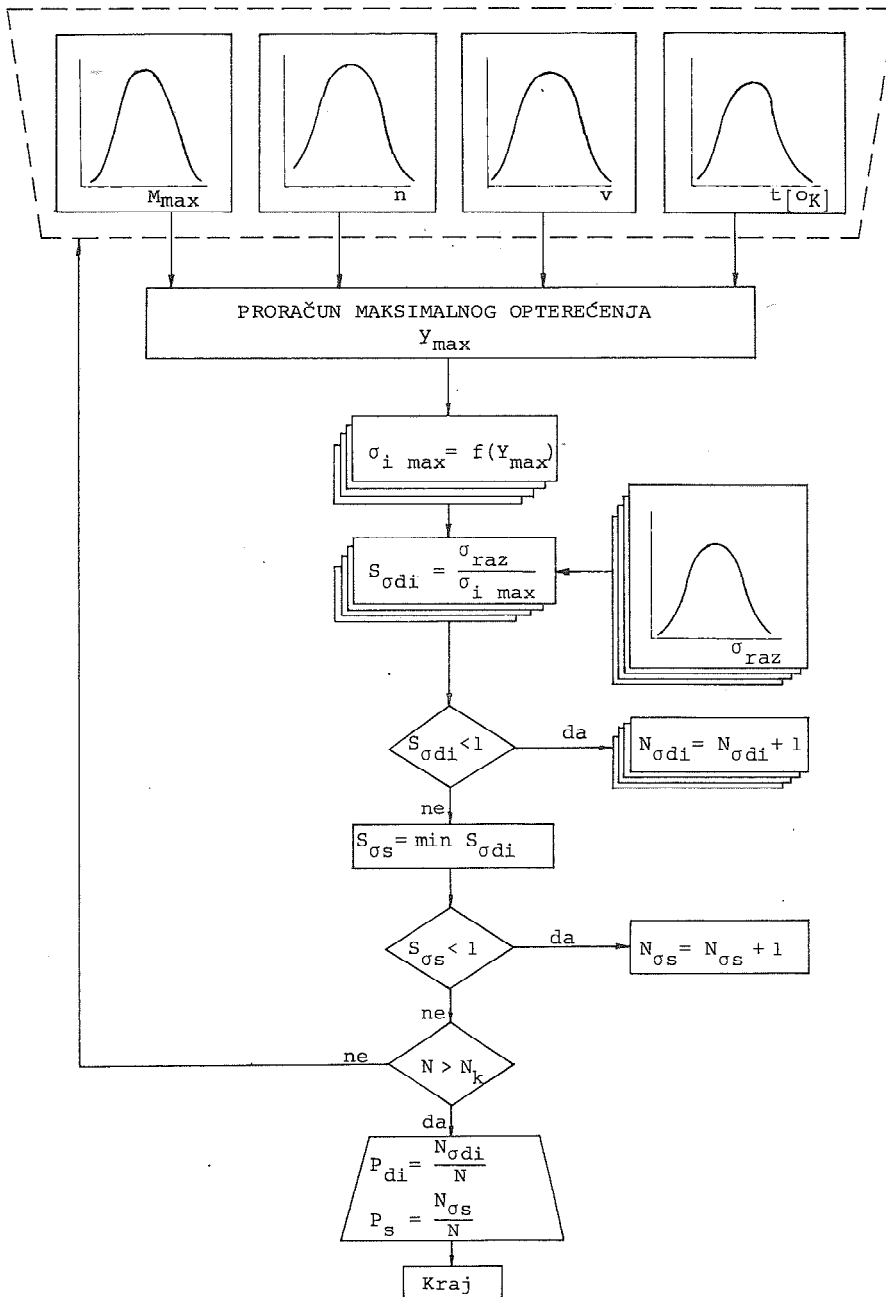
Zatim se određuje ukupni tempo akumulacije oštećenja i vrši uporedjenje ovako dobijenih vrednosti mera akumulacije zamora u materijalu R_1 sa raspoloživom merom (izdržljivošću) dela R_{lim} . Pri tome je potrebno raspolagati krivom raspodele karakteristika izdržljivosti za materijale od kojih su izradjeni delovi sistema. Vrednosti R_{lim} određuju se slučajnim

izborom prema zakonu raspodele karakteristika izdržljivosti materijala. Kao rezultat uporedjenja dobija se resurs dela za razmatrano granično stanje u odnosu na usvojene kriterijume.

Resurs (obim rada) dela Q_d jednak je minimalnoj vrednosti od sračunatih za različita granična stanja. Na ovaj način može se dobiti i resurs sistema Q_s , koji je jednak minimalnoj vrednosti Q_{di} . Sračunate slučajne vrednosti Q_d i Q_s koriste se za određivanje zakona raspodele



Sl. 1. Šema statističkog modeliranja procesa izlaza iz stroja delova i sistema u celini - postepeni otkazi



Sl. 2. Šema statističkog modeliranja procesa izlaza iz stroja delova i sistema u celini - iznenadni otkazi

obima rada do otkaza delova i sistema u celini.

Opisani postupak statističkog modeliranja pruža mogućnost da se uzme u obzir promena parametara i karakteristika mašine u zavisnosti od vremena ili obima rada i uslova eksploatacije. Raspodela resursa sistema formira se na osnovu variranja uslova i režima rada i slučajnog izbora karakteristika izdržljivosti delova.

Tačnost ove metode za ocenu resursa delova i sistema u celini zavisi od broja ispitivanja J . Sa druge strane broj ispitivanja ograničen je vremenom rada računara.

4. MODELIRANJE IZNENADNIH OTKAZA

Modeliranje iznenadnih otkaza vezano je sa pojavom preopterećenja koja prevazilaze karakteristike čvrstoće delova sistema. Šema statističkog modeliranja iznenadnih otkaza pod dejstvom maksimalnog opterećenja data je na slici 2. Na svakom ciklusu modeliranja potrebno je odrediti maksimalno opterećenje Y_{max} koje može

da se javi u sistemu. Prema njemu se računa maksimalni napon delova sistema $\sigma_{i max}$. Ovako dobijena vrednost $\sigma_{i max}$ upoređuje se sa vrednošću σ_{raz} koja karakteriše čvrstoću dela. Vrednost σ_{raz} bira se na slučajan način prema unapred zadatom zakonu raspodele. Zatim se računa odnos

$$S_{odi} = \frac{\sigma_{raz}}{\sigma_{i max}} \quad (4)$$

Minimalna od vrednosti S_{odi} dobijene za različite delove sistema, prema razmatranim graničnim stanjima, daje koeficijent S_{OS} koji karakteriše čvrstoću sistema u celini.

Verovatnoća otkaza P određuje se po završenom procesu statističkog modeliranja kao odnos

$$P_d(s) = \frac{N_{od}(s)}{N} \quad (5)$$

gde je: N_{od} - broj slučajeva pri kojima je po jednom graničnom stanju $S_{OS} < 1$,
 N - broj ispitivanja.

Ovde kao problem može da se javi određivanje maksimalnog opterećenja u sistemu. Ukupno opterećenje delova sistema treba da uzme u obzir:

- opterećenje izazvano savladjivanjem otpora pri radu sistema,
- dinamičko opterećenje zbog uticaja okolne sredine,
- dinamičko opterećenje izazvano unutrašnjom dinamikom sistema.

Dinamičko opterećenje izazvano unutrašnjom dinamikom sistema karakteriše delovanje oscilatornih procesa i dopunskih opterećenja na sistem, koja se javljaju kao posledica netačnosti pri izradi i montaži elastičnih deformacija spregnutih parova (naprimer kod zupčanika i ležajeva), kao i abanja delova sistema.

Zupčasti prenosnici, koji ulaze u sastav većine mašinskih sistema, su aktivni izvor pojave oscilatornih procesa u sistemu, što u najvećoj meri zavisi od njihovih konstruktivnih i tehnoloških parametara. Tehnološki parametri u znatnoj meri određuju intenzitet unutrašnjih oscilacija sistema, zbog nebalansiranosti obrtnih delova prenosnika, netačnosti pri izradi i različitog stepena deformacije elemenata zupčanika.

Formiranje oscilatornog procesa u sistemu određuju pored toga i elastično-inercijalni parametri delova sistema, čija veličina i uzajamna povezanost zavise od strukture sistema.

Prema tome dinamika sistema i njegov režim opterećenja uslovljeni su kako spoljašnjim tako i unutrašnjim izvorima oscilovanja. Zbog toga se pri projektovanju mašinskih sistema vodi računa o tome da se frekvencije oscilovanja od spoljašnjih uticaja razlikuju od sopstvenih frekvencija delova sistema, odnosno izbegavaju se opasne rezonantne zone.

Za određivanje dinamičkog opterećenja sistema može da se koristi prenosna funkcija sistema, koja u sebi sadrži amplitudno-frekventnu i faznu karakteristiku i pokazuje promenu spoljašnjih uticaja (njegovu amplitudu i fazu) pri prolazu kroz sistem.

5. ZAKLJUČAK

Iz svega napred izloženog može se zaključiti sledeće:

1. Problematika utvrđivanja stanja mašinskih sistema u eksploataciji sa aspekta pouzdanosti je od izuzetnog značaja, zbog sprečavanja zastoja u proizvodnji, ali istovremeno i veoma kompleksna jer su uslovi i režimi eksploatacije funkcija velikog broja parametara slučajnog karaktera.
2. Izložena metoda ocene pouzdanosti zasniiva se na statističkom modeliranju fizičkih procesa koji dovode do otkaza i pruža mogućnost razmatranja velikog broja uticajnih parametara. Na taj način se simuliranje rada sistema u velikoj meri približava realnim uslovima eksploatacije.
3. Primena ove metode na proizvodne sisteme zahteva analizu uticajnih parametara za konkretne ili slične uslove eksploatacije, kao i modeliranje uslova i režima opterećenja.

LITERATURA

1. Birjukov, M.P., 1980, Dinamika mehaničkih sistem, "Vjišejšaja škola" Minsk.
2. Velimirović, V.M., Miltenović, Dj.V., 1981 Prognoziranje pouzdanosti pri konstr.



RAZVOJ TEHNOLOGIJE I ALATA ZA BUDOKO BUŠENJE

Dr. Ing. Ratko Mitrović
Univerzitet "Svetozar Marković" Mašinski fakultet
Kragujevac, Jugoslavija
Dipl. Ing. Dragić Nešić
OOUR "Alatnica", Zavodi "Crvena Zastava"
Kragujevac, Jugoslavija

Bitan karakter daljeg razvoja jugoslovenske metaloprerađivačke industrije je oslobađanje tehnološke zavisnosti od inostranih partnera. U tom smislu se, osvajanjem pojedinih tipova alata za duboko bušenje, čine napori za intenzivniju supstituciju uvoza i širu primenu ovih visokoproduktivnih alata.

1. UVOD

Predstojeći rad nema za cilj prikazivanje nauke visokog dometa u oblasti procesa, tehnologije i alata za duboko bušenje, već da skrenu pažnju na jugoslovenske tehničke mogućnosti i potencijale u danas veoma aktuelnoj fazi oslobađanja tehnološke zavisnosti od inostranstva. Naime, u kompleksu jugoslovenske privrede, gde važno mesto zauzima metaloprerađivačka industrija, masovno se uvoze tehnologije i razni proizvodi, od najsofisticiranih pa sve do onih najbanalnijih. To je najčešće rezultat sopstvene tehničke aljkavosti ili tehničkog pomodarstva, koje nas postepeno dovodi u neraskidivu međusobnu zavisnost sa inostranim partnerima. U fazi zacrtanog uvodjenja novog proizvoda, često postoje "lakonski" odgovori na sva pitanja. Planovi i kalkulacije mnogo obećavaju. Medjutim, inostrani partner ne miruje, razvija se dalje. Kupljene tehnologije i licence zastarevaju. S druge strane,

formalno postojeći domaći razvoj, bez obzira na raspoloživi tehnički potencijal, ostaje nepokretan.

Šta je problem? Odgovor na ovo pitanje često leži u našem mentalitetu: nepoverenje u domaćeg stručnjaka, u domaću nauku, koji su neobično cenjeni i traženi na inostranom tržištu. Ovo su neki od razloga koji govore o aktuelnosti ovog saopštenja. Rešavanjem mase sličnih problema, iskazuje se doprinos stabilizaciji privrednog sistema i daljeg rasta dohotka.

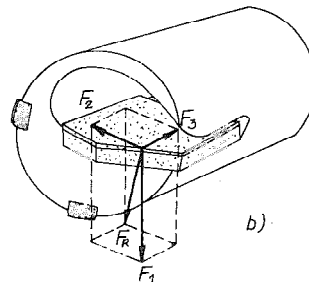
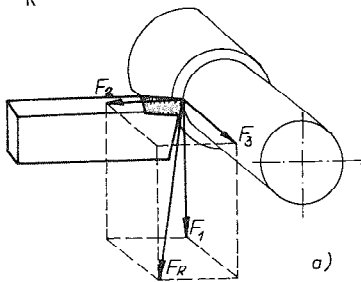
Studijske analize jugoslovenskog tržišta za oblast nekih specijalnih alata, izvršene u 1978. godini, sa sagledavanjem potreba do 1982. godine, govore da je domaće tržište spremno da apsorbuje samo alate za duboko bušenje u vrednosti od oko 50 miliona novih dinara godišnje. Pri tome nisu uzete u obzir mogućnosti supstitucije klasičnih alata sa alatima za duboko bušenje, što je, prema najnovijim istraživanjima evropskih proizvođača ovih alata (SIG-švajcarska, TBT-SR Nemačka, Sandvik Coromant - švedska) ekonomski potpuno opravdano.

U sklopu razvoja i osvajanja ovih visokoproduktivnih alata, trenutno se u okviru naučno-tehničke saradnje Mašinskog fakulteta u Kragujevcu i OOUR "Alatnica" ZCZ-Kragujevac, vrši tehno-ekonomska analiza zamene klasičnih alata sa alatima za duboko bušenje u domaćoj metaloprerađivačkoj industriji.

2. OSNOVNA PROBLEMATIKA PROCESA I TEHNOLOGIJE DUBOKOG BUŠENJA

Veliki interes za duboko bušenje, koji se iskazuje u svim granama metaloprerađivačke industrije, uglavnom se objašnjava visokom produktivnošću, izrazitom preciznošću obrade, visokom kvalitetom obradjene površine, a često i jedinom mogućnošću obrade.

Proces rezanja u obradi dubokim bušenjem, adekvatan je ostalim procesima rezanja, kod kojih se posredstvom dejstva reznog klina alata na materijal predmeta obrade, uz prisustvo relativnog kretanja u zoni rezanja, vrši elastično-plastično deformisanje, trenje i odvajanje strugotine. Pritom na rezni klin alata deluju mehanička opterećenja, koja se manifestuju u vidu sila rezanja. Uporedna shema dejstva sila rezanja data je na sl.1, gde je: F_1 - glavni otpor rezanja, F_2 - otpor prodiranja, F_3 otpor pomoćnom kretanju i F_R - rezultujućii otpor rezanja.



Sl.1. Shema dejstva komponentnih otpora rezanja na rezni klin strugarskog noža i BTA glave

Brzina rezanja, kao najuticajniji parametar režima rezanja na postojanost alata, najveća je na najudaljenijoj tački sečiva i linearno pada do nule prema osi rotacije. Iz ovog razloga se javljaju teškoće oko stvaranja i odvođenja strugotine u okolini ose alata, što

proces bušenja čini specifičnijim u odnosu na struganje.

U osnovi duboko bušenje karakteriše : asimetrijsko rezanje sa tvrdim metalom, postojanje vodjica od tvrdog metala na glavi za bušenje i kanala za transport sredstava za hladjenje i podmazivanje (SHP), i strugotine. Karakteristične su tri vrste alata za obradu dubokih otvora (sl.2):

jednosečne burgije,

BTA-bušne glave i

EJECTOR glave.

U okviru ovih vrsta razvijeno je više tipova alata, sa kojima se ostvaruje: puno bušenje, jezgrovito bušenje i proširivanje otvora. Pri tome je moguće više varijanti relativnog kretanja alata i predmeta obrade, čiji izbor uslovljavaju oblici i dimenzije predmeta obrade, namena bušenja i tip mašine.

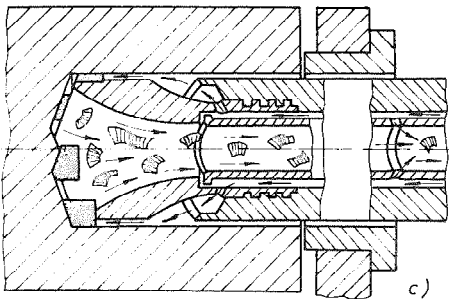
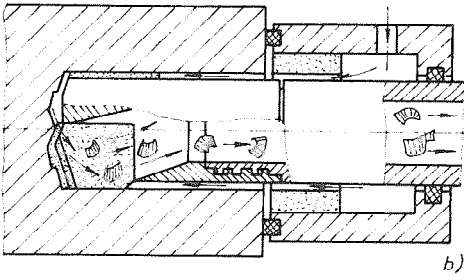
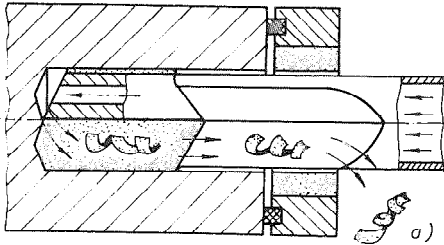
U odnosu na klasične alate, specijalne alate za duboko bušenje karakteriše ostvarenje: visoke proizvodnosti, uskih tolerancija mera, visoke tačnosti geometrije otvora i visokog kvaliteta obradjene površine. Poteškoće u projektovanju adekvatnih alata se vezuju za nepovoljne uslove stvaranja i odvođenja strugotine, malu krutost alata i nemogućnost nadzora rada. Ove okolnosti nalažu konstruktorima iznalaženje mogućnosti obilnog dovoda SHP,

dobijanje transportibilne strugotine i visokog stepena pouzdanosti u radu.

Duboko bušenje se načelno vezuje za otvore čiji je odnos dužina i prečnika $l/d > 5$. Danas su postignute vrednosti preko 1:200, pri čemu je granica ekonomičnosti u pojedinim slučajevima

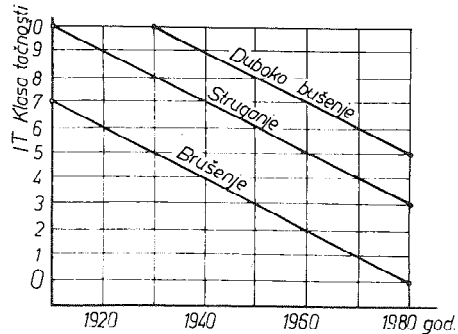
vima pomenjena ispod odnosa 1:1. To kazuje da izraz "duboki otvor" već zastareva. Osvojeno područje prečnika otvora iznosi 2-1000 mm pri čemu donju vrednost ograničava konstrukcija alata, a gornju ekonomičnost rada.

Ovi alati su imali buran tehničko-istorijski razvoj, naročito sa pojavom tvrdog metala. Na sl.3 dat je trend razvoja klasa tačnosti u poredjenju sa struganjem i brušenjem. Danas se postižu vanredni rezultati pri bušenju širokog spektra oblika i materijala pred-



Sl.2 Shematski prikaz rada alata za duboko bušenje : jednosečnih burgija(a), PTA-glava (b) i EJECTOR glava (c).

meta obrade, uskladjivanjem elemenata proizvodnog sistema: mašina - alat - sredstvo za hlađenje i podmazivanje.

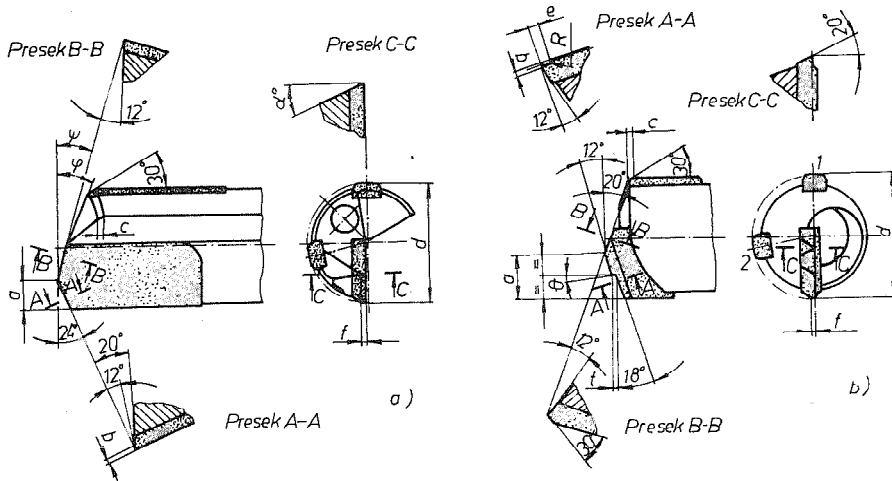


Sl.3 Trend razvoja klasa tačnosti pri obradi dubokim bušenjem, struganjem i brušenjem

3. NEKA PITANJA VEZANA ZA KONSTRUKCIJU ALATA ZA DUBOKO BUŠENJE

Jednosečne burgije za duboko bušenje najčešće se koriste za puno bušenje otvora \varnothing 2-30 mm, sa primenom i kod bušenja kratkih otvora, gde, u većini slučajeva nije potrebna naknadna obrada. Sastoje se od glave, drške i elementa za pričvršćivanje, koji su međusobno spojeni tvrdim lemljenjem. Njih karakteriše unutrašnji dovod SHP na sečivo burgije i odvodjenje SHP i strugotine V-žljebom izvedenim na glavi i dršci alata.

Glave za bušenje mogu biti integralne (od tvrdog metala) i kombinovane (tvrdi metal + brzorezni čelik). Izbor varijante diktiraju tehničko-proizvodni uslovi. Prednost druge varijante se ogleda u mogućnosti ugradnje optimalnih vrsta tvrdog metala rezne pločice i vodjica, postizanju bolje homogenosti materijala pločica i uštedi tvrdog metala. Parametri rezne geometrije (sl.4) u velikoj mери zavise od vrste obradivanog materijala.



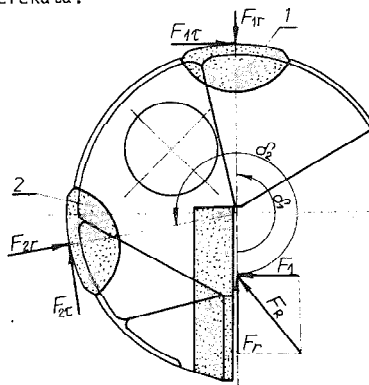
Sl.4 Globalni prikaz rezne geometrije burgija (a) i BTA glava za duboko bušenje (b)

Glava alata se izrađuje sa konusom koji raste sa povećanjem žilavosti materijala, a omogućava smanjenje momenta trenja. Definiše se tako da pri zadnjem oštrenju alata, otvor bude u okviru propisane tolerancije. Vodjice alata prihvataju radijalne sile (sl.5) i vrše glačanje otvora. Širina i položaj vodjica često su odlučujući za korektan proces bušenja. Treba težiti da vodjice, što je moguće manje "kasne" za sečivom alata u cilju poštede pomoćnog sečiva (fazete) od habanja. U tom smislu često se pravi stepenasti prostor za SHP, između dna otvora i čeonu strane alata.

Čeona strana alata, sa koje se vrši preoštravanje, formirana je obično od 5 ravnih površina. Uočava se postojanje dva sečiva na reznom elementu (unutrašnje i spoljašnje), čiji presek obrazuje vrh burgije sa funkcijom deljenja strugotine. Položaj vrha burgije, određen veličinom "a", ima veliki uticaj na vektor otpora rezanja, stabilnost i postojanost alata i kvalitet obradjene površine. Određuje se prema prečniku glave i vrsti obradivanog materijala. Obično se kreće u granici $a=(0,25-0,3)d$.

Fazeta (f) nema funkciju vodjenja alata, već služi za kalibrisanje otvora, čišćenje površine i sprečavanje stvaranja naslaga na vodi-

camu. Veličina (f) je srazmerna veličini (d) i kreće se u granicama $f = 0,15 - 0,7 \text{ mm}$. Pojava habanja fazete se javlja u kritičnoj fazi rada - uvodjenju burgije. Radi se o momentu početka funkcije vodjica po izlasku iz vodeće čaure koja ima određeni zazor. Zbog postojanja tog zazora pomoćno sečivo (fazeta) vrši korekciju otvora, pri čemu ceo alat trpi znatna naprezanja. Stoga treba težiti ostvarenju optimalnih zazora sistema alat-vodeća čaura. Po uvodjenju burgije, habanje fazete može nastupiti samo u slučaju nekorektno izvedene rezne geometrije, što dovodi do pratećih negativnih efekata.



Sl.5 Shema dejstva sila rezanja i položaja vodjica burgije za duboko bušenje

Grudna površina reznog klina sa uglom 0° ne sme prelaziti iznad ose alata i mora biti kvalitetno obrušena.

Održavanje rezne geometrije vrši se preoštravanjem specijalnim priborom sa dijamantskim točilom. Postizanje visokog kvaliteta obradjene površine reznog klina ima važnu ulogu za produžavanje veka trajanja alata. Postoje preporuke širine pojasa habanja ledjne površine ($h = 0,2 - 0,6$ mm) vezane za veličinu (d), koje se ne smeju prekoračivati. U praksi se obično za kriterijum zatupljenja uzima opadanje kvaliteta obradjene površine, povećanje otpora rezanja i pojava karakterističnog zvuka i podrhtavanja alata, što ne garantuje pravovremeno preoštravanje. Iskazana postojanost, determinisana mnogobrojnim faktorima (kvalitet alata u celini, stanje i izbor mašine, doziranje SHP, zastupljeni režimi obrade, karakteristike materijala predmeta obrade itd.), ima širok dijapazon vrednosti. Drška alata se izvodi profilisanjem bešavnih svetložarenih čeličnih cevi sa profilom od $110-120^\circ$, identičnim sa žljebom glave. Ima funkciju prenosa obrtnog momenta i dovodjenja i odvodjenja SHP i strugotine. Zadnji deo drške je cilindričan i spojen sa elementom za vezivanje. S obzirom da prenosi moment rezanja i moment trenja, posebna pažnja se poklanja torzionoj čvrstoći i prostoru za dovod SHP i odvod strugotine. U odnosu na glavu, drška je manjeg prečnika i mora biti saosno vezana. Element za pričvršćivanje na vreteno mašine ima šupljinu za dovod SHP. Izrađuje se u više standardnih oblika i veličina.

BTA glava za duboko bušenje koriste se najčešće za puno bušenje otvora $\varnothing 20 - 60$ mm. Osnovna karakteristika je spoljašnje dovodjenje SHP i odvod strugotine kroz unutrašnjost glave i drške alata, koja se za glavu vezuje trapeznim navojem. Tako strugotina ne dolazi u kontakt sa zidom otvora, što se povoljno odražava na kvalitet obradjene površine. S druge strane, drška je prstenastog poprečnog preseka, što omogućava prenos velikih obrtnih momenata i

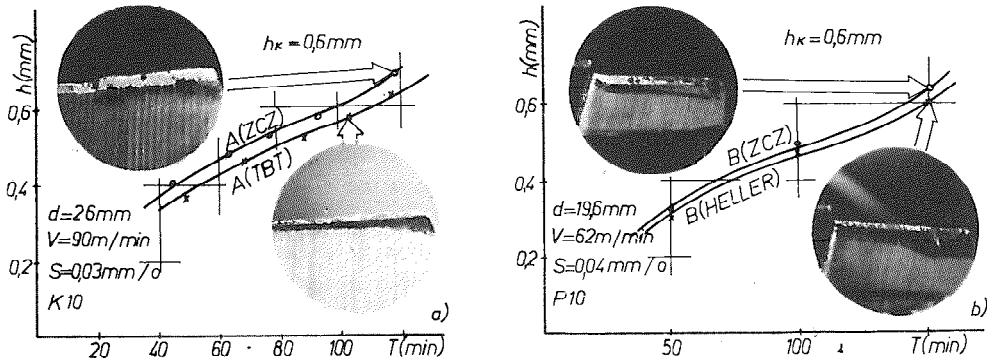
ostvarenje strožijih režima obrade, a samim tim i veću produktivnost.

Geometrija ovih alata je analogna sa predhodnom (sl.4). Efikasnom odvodjenju strugotine doprinosi formiranje stepenastog sečiva. Za $d > 40$ mm, izvode se dve stepenice. Razlika nivoa stepenica iznosi $t = 0,5 - 1,3$ mm, a prelaz s jedne na drugu izveden je tako da se obezbeđuje deoba strugotine i kada je kraj stepenice zatupljen. Osim toga radi dobijanja usitnjene strugotine, na grudnoj površini reznog elementa se izvodi specijalni lomač, čije se dimenzije utvrđuju eksperimentalno, u zavisnosti od prečnika (d) i vrste obradjanog materijala.

Osnovnu problematiku ovih alata sačinjava lemljenje pločica. Poboļjšanja u tom pravcu se manifestuju pojavom sličnih tipova alata sa mehanički pritegnutim pločicama i vodjicama.

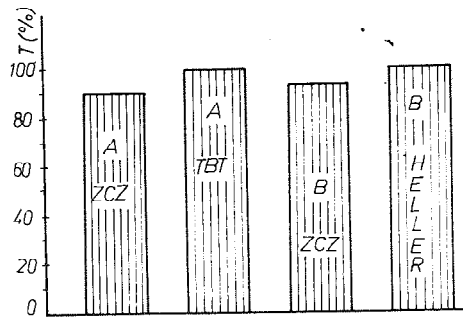
4. RAZVOJ DOMAĆE KONSTRUKCIJE I REZULTATI ISPITIVANJA EKSPLOATACIJSKIH KARAKTERISTIKA PROTOTIPOVA ALATA ZA DUBOKO BUŠENJE

Imajući u vidu opravdanost primene alata za duboko bušenje, iskazane potrebe domaćeg tržišta i aktuelniju supstituciju uvoza, OOUR "Alatnica" je, pored većeg broja reparatura, izradila prototipove jednosečnih burgija i BTA glava za duboko bušenje. Treba naglasiti da je konstrukcija data samostalno, na osnovu dosta oskudnih saznanja iz inostrane stručne literature. Kao što će se nadalje zapaziti, početni rezultati obradjuju i motivišu na dalji rad, koji podrazumeva nastavak planskih eksperimentalnih istraživanja i početak industrijalizovane proizvodnje. U ovom trenutku "Alatnica" je tehničko-tehnološki osposobljena za vršenje reparature svih dimanzija burgija, izradu BTA glava svih dimanzija i burgija u odredjenom intervalu nazivnih mera. Ograničenja postoje zbog odredjenih problema kod obezbeđenja cevi za izradu drški burgija, koji će se sukcesivno rešavati.



Sl.6 Krive habanja $h=f(T)$ za jednosečne burgije (a) i BTA bušne glave (b)

Za analizu uporednih performansi alata, burgije su označene sa A, a BTA bušne glave sa B. Uporedjivanje rezultata je vršeno sa alatima renomiranih firmi TBT i HELLER, a ispitivanja je sprovedeno pod identičnim uslovima i režimima obrade. Na sl.6 je dijagramom h-T prikazana postojanost alata oba tipa. Ako se za postojanost uvoznih alata usvoji indeks 100, a za kriterijum zatupljenja $h_k = 0,6$ mm (habanje po ledjnoj površini), na sl. 7 se može sagledati procentualna postojanost domaćih alata u odnosu na uvozne. Na osnovu opštih sagledavanja, razlog relativno niže postojanosti leži u kvalitetu ugrađenog tvrdog metala domaće proizvodnje. Analizirajući ostale uporedne pokazatelje kvaliteta domaćih alata, u oba slučaja se mogao konstatovati miran rad i normalno zagrevanje sa ostvarenjem transportibilne strugotine. Rezni elementi su se habali postepeno, pri čemu nije dolazilo do pojava krzanja. Odstupanja geometrije oblika i položaja otvora nisu se bitnije razlikovala od uporednih. Analizom pojasa habanja reznih elemenata mogla se konstatovati korektnost izvedenih konstrukcija alata.



Sl.7 Uporedna postojanost domaćih i uvoznih alata za duboko bušenje

LITERATURA

1. B.Grauner, Beitrag zur Frage der Kräfte an Schneide- und Führungsleisten an einschneidigen hartmetallbestückten Tiefbohrwerkzeugen, Diss TU Hanover, 1970.
2. L.Cronjäger, Technologie des Tiefbohrens, Werkzeugmaschine international, 11, 1974.
3. R.Mitrović, D.Nešić, M.Bogdanović, Tribo-loške pojave na domaćim alatima za duboko bušenje, Tribologija u industriji, YU ISSN 0351 - 1642, N1, 1981.

POUZDANOST
I
ZEMLJA U RAZVOJU

ZLATKO MODRIĆ
VF 1122-13 BEOGRAD

Ovaj članak opisuje specifične probleme u industriji bazirane na iskustvu Jugoslavije kao zemlje koja se nalazi negdje na prijelazu između zemlje u razvoju i srednje razvijene industrijske zemlje, dakle baš na onom stupnju razvoja kada je uvođenje pouzdanosti u industriji neophodno da bi se osigurao njen daljnji kontinuirani razvoj. Opisani su uslovi pod kojima je jedna zemlja u razvoju ili srednje razvijena industrijska zemlja (jedna industrijska grana ili pak jedna radna organizacija) spremna da prihvati i da primjenjuje tehniku pouzdanosti kako na uređaje i tehničke sisteme koje sama proizvodi i nastoji prodati na svjetskom tržištu, tako i na uređaje i tehničke sisteme koje kupuje od najrazvijenijih industrijskih država. U članku su prikazani i ostali problemi koji mogu bitno utjecati na položaj u industriji, u situaciji u kojoj je Jugoslavija danas, kada se pored zahtjeva za proizvodnju i kupovinu pouzdanih uređaja ili cijelih tehničkih sistema mora voditi računa i o svakom dinaru.

1. UVOD

Ova konferencija za proizvodna istraživanja možda nije najbolje mjesto za jednu ovakvu diskusiju, jer članak ne predstavlja nikakav istraživački rad, već samo jedno razmišljanje o motu pod kojim konferencija radi tj. o obostranim problemima uvođenja visoke pouzdanosti kod proizvođača i kupca u zemljama u razvoju, od kojih su mnoge doznale za pouzdanost u zadnjih 10-20 godine a sve su one željele postati razvijene industrijske zemlje i čim prije prodavati svoje proizvode širom svijeta. Ti su problemi uvođenja i razvoja pouzdanosti usko povezani sa složenošću i prirodom proizvoda, radnom snagom koja vam stoji na raspoloženju, sposobnosti organa upravljanja u radnoj organizaciji te akcijama koje poduzima vlada. Da bi se pokazala ozbiljnost priznavanja svih aktivnosti sa slike 1 u diskusiji se koristi pouzdanost kao samim odvojena funkcija (zbog jednostavnosti, osiguranje kvaliteta,

pogodnost za održavanje i ostalo je ispušteno iz razmatranja).

- a) pregled konstrukcije
- b) kriterij redundancije
- c) analiza otkaza
- d) planiranje i ocjena programa za ispitivanje pouzdanosti
- e) pregled specifikacije sastavnih dijelova
- f) kontrola sastavnih dijelova
- g) izvještaj - podaci o otkazima
- h) kontrola pouzdanosti podisporučio-
ca
- i) modeli pouzdanosti
- j) određivanje i prognoza pouzdanosti

SLIKA 1: TEHNIKA POUZDANOSTI

Pouzdanost će obično biti nametnuta samo kada je ona potrebna kupcu, kada se zahtijeva, plaća za nju i normalno kada se koristi. U pojedinim zemljama ili industrijskim granama prihvatanje tehnika pouzdanosti može biti prerano, kada još ne postoji spremnost za to, dok opet kod drugih njeno prihvatanje dolazi tek poslije

serije otkaza ili kada se dogodi neka nesreća. Iz toga razloga mora se naći netko dovoljno pametan da odabere pravi momenat za uvođenje pouzdanosti da to ne bi uzrokovalo više štete nego koristi.

Izazov uvođenja pouzdanosti može doći kao i odgovor na problem konkurencije kod pokušaja ulaska u jedno već oformljeno tržište proizvodima visoke pouzdanosti. Ali tada se pojavljuju mnogi problemi:

- potrebno je odlučiti koliko pouzdanosti i kakva pouzdanost se zahtijeva,
- moraju se poznavati moguće posljedice kako premale, tako i prevelike pouzdanosti,
- treba znati koliko se može potrošiti za pouzdanost,
- ako postoje, koja su ograničenja bilo političke ili ekonomske prirode u iznalaženju raspoloživih izvora snabdijevanja sastavnim dijelovima kada se proizvod radi po licenci što i jeste najčešći slučaj kod mladih industrija.

Očigledno je da se kod dobavljanja uređaja pouzdanost mora razmotriti sa dva aspekta: sa aspekta korisnika i kupca i sa aspekta prodavača i proizvođača pouzdanih proizvoda. Sa stajališta proizvođača, uz poznavanje karakteristike pouzdanosti može se postići povoljnija cijena na tržištu, a istovremeno, sa stajališta kupca potrebno je znati postaviti zahtjev za pouzdanost sistema, da se ne bi platilo možda suviše složen uređaj ili sistem, kakav u datom trenutku nije potreban ali i da se zbog cijene ne donese pogrešna odluka pa da se kupi jeftin (i nepouzdan) sistem, koji već vrlo brzo ne bi mogao zadovoljiti potrebe. U svakom slučaju proizvođač i kupac moraju znati moguće posljedice od prestrogih i preblagih zahtjeva za pouzdanost koji se traže ugovorom. Slika 2 prikazuje prioritete elemente o kojima treba voditi računa kod izvršenja nabavki sa podcrtanim aktivnostima koje se odnose posebno na zemlju u razvoju:

- a) izgled
- b) rok isporuke
- c) cijena
- d) performance

- e) kvalitet
- f) raspoloživi izvori snabdijevanja
- g) znanje iz područja pouzdanosti
- h) sposobnost mjerenja pouzdanosti
- i) pouzdanost

SLIKA 2: PRIORITETNI ELEMENTI KOD IZVRŠENJA NABAVKI

2. MJERENJE POUZDANOSTI I MIL-STD-781
Mogućnost praćenja i mjerenja pouzdanosti u mnogome može zavisiti od raspoloživog osoblja i opreme. Poznavajući poteškoće kod mjerenja pouzdanosti potrebno je znati da postoji vrlo malo proizvoda koje kupuju zemlje u razvoju gdje je opravdana visoka premija za pouzdanost, kada se nabavljaju proizvodi koji su mnogo sofisticirniji nego je to potrebno. Iz toga razloga zemlje u razvoju ne smiju kupovati suviše novu u neisprobanu tehnologiju, vrlo malo od njih je u stanju plaćati razvijenim zemljama njihove moguće greške i promašaje u razvoju.

Ipak, uprkos svemu ovome, postoje neke iznimke gdje nema govora o opravdanosti pouzdanosti - telefonske centrale, radio komunikacije, električne centrale kao i sastavni dijelovi, podskloповi i veliki sistemi za izvoz - gdje je pouzdanost neophodna.

Govoreći o tome, kako da se mjeri pouzdanost, tada se može zaključiti da se standardnom tehnikom ispitivanja može demonstrirati stepen izdržljivosti na niz utjecaja uslova okoline i procijeniti intenzitet otkaza te srednje vrijeme između otkaza ili vjerovatnost uspješnog djelovanja.

Za veće, skuplje uređaje i sisteme neophodno je doći do posrednih rezultata pouzdanosti koji se moraju proučiti da bi se odredile preventivne mjere i konstrukcijske promjene koje se moraju poduzeti za poboljšanje pouzdanosti (slika 3).

- a) analiza pouzdanosti
- b) konstrukcijske promjene i pouzdanost
- c) kriterijum za pouzdanost
- d) pojavljivanje otkaza

SLIKA 3: PREGLED POUZDANOSTI KONSTRUKCIJE

Poznavanje historijata otkaza kao i drugi pregledi i ispitivanja daju pouzdanije podatke o pouzdanosti od bilo kakvih prognoza. Upotreba postojećih

nacionalnih ili međunarodnih standarda i specifikacija (kao što su američki MIL standardi) u ispitivanju pouzdanosti sastavnih dijelova i podsklopova je brz i jednostavan način da se osigura minimum pouzdanosti, ali pitanje je kako u tom slučaju biti siguran da će takav postupak rezultirati i željenom pouzdanošću kompletnog uređaja ili sistema a da to ne bude uzrok za previsoku cijenu. Korištenje sličnih standarda (MIL-STD-701) za demonstraciju pouzdanosti elektroničkih uređaja i kompleksnih sistema je također jednostavno, ali za koga? Za jednu zemlju u razvoju pa čak i za srednje razvijenu industrijsku zemlju to sigurno nije. Zašto nije?

Jedna visoko razvijena industrijska zemlja (kao što su SAD) davno su koristili MIL-STD-781B, razvili su MIL-STD-781C a sada razvijaju MIL-STD-781D, koji će obezbijediti potpuno nov integralni pristup ispitivanju pouzdanosti za vrijeme cijelog vijeka trajanja sistema. Zahtijevati će se detaljan plan ispitivanja koji započinje još u istraživanju i razvoju i koji traži stalno praćenje rasta pouzdanosti. Taj standard ustanovljava plan ispitivanja sistema za cijelog vijeka trajanja sa primjenjivim svim mogućim aspektima ispitivanja pouzdanosti, što ovisi o složenosti sistema. Za početnu procjenu pouzdanosti specifičnog sistema dopušta se korištenje podataka iz eksploatacije nekog već postojećeg sistema koji je sličan prvome. Kada su takvi podaci dostupni, vrijeme ispitivanja se može skratiti korištenjem Bayesove tehnike. Obavezna je razrada uređaja prije prijema i ona se zahtjeva na svim sistemima. Sada se ispituju podaci o razradi da bi se odredilo da li je moguće razviti statističke metode za reducirano vrijeme razrade. Koriste se kombinirana ispitivanja na utjecaj okoline sa realističkim nivoima ispitivanja, koja daju srednje vrijeme između otkaza koje je vrlo blizu vrijednosti iz eksploatacije.

Poznato je da bi vrlo malo najvećih jugoslovenskih radnih organizacija moglo ispuniti sve zahtjeve iz takvog standarda, zato se ispunjenje tako

rigoroznih zahtjeva treba tražiti samo u slučaju stvarne potrebe.

3. RAZVOJ POUZDANOG PROIZVODA

Potrebno je poznavati tržište na koje jedna zemlja (ili radna organizacija) cilja i odrediti određeni nivo pouzdanosti pogodan za to tržište, jer radna snaga, alat, investicije i napori tehničkog osoblja nisu jednaki ako se želi izraditi proizvod visoke pouzdanosti ili izraditi kopija nekog proizvoda umjerene pouzdanosti. Nije se baš lako "ubaciti" na tržište sa visokim cijenama sa proizvodima koji jedino izgledaju kao originali prema licencnim sporazumima, ali su jeftiniji. Razvijati pouzdane proizvode znači posjedovati dobru opremu za ispitivanje koja ponekad može biti skuplja nego početne investicije za osnovnu proizvodnu opremu. Može se postaviti pitanje šta da se radi u situaciji kada ekonomski položaj ne dozvoljava nabavku osnovne proizvodne opreme. Kako onda u tom slučaju osigurati ispunjenje i provjeru osnovnih zahtjeva za pouzdanost za vrijeme cijelog vijeka trajanja uređaja? Kada se razmatra pitanje koliko je pouzdanosti potrebno, mora se priznati da se više vodi računa o pouzdanosti pojedinih proizvoda za izvoz, da se pobijedi konkurencija, dok se na proizvodima treba primjenjivati tehnika pouzdanosti. Mora se reći da je to prihvaćeni običaj u velikom broju najvećih jugoslovenskih radnih organizacija, ali mora se reći i to da to možda i je dobar put za poboljšanje vanjsko trgovačkog balansa zemlje ali ne i za zadovoljenje potreba i želja domaćeg kupca.

Sve su ovo standardni problemi koji susreću uvijek kod brze industrijske ekspanzije a to je slučaj u svim zemljama u razvoju njihovoju industriji.

4. PRAKSA U INDUSTRIJI

Glavni je problem povezan sa pouzdanošću u jednoj zemlji u razvoju dobiti iskusne inženjere pouzdanosti, jer obučavanje mladih (neiskusnih) inženjera pouzdanosti na fakultetima nije baš najbolji način za sticanje iskustva na polju pouzdanosti, a ni slanje iskusnih inženjera na višegodišnje školovanje u druge države nije baš poželjno jer su oni jako potrebni

kod kuće. Kratki kursevi koji se povremeno organizuju u pojedinim radnim organizacijama su samo djelomično efikasni, jer oni su dobri samo kao uvod i upoznavanje sa novim konceptima tehnike pouzdanosti, pa oni često dokazuju izreku da je "malo znati opasna stvar". Kao po pravilu ti mladi inženjeri poslani na takve kurseve ne mogu biti efikasni u njihovim radnim organizacijama jer je njihovo brzo stečeno znanje vrlo, vrlo daleko od prakse. Govoreći o rukovodećem kadru u radnim organizacijama koji obično dolazi iz akademske sredine, nedostatak iskustva u industriji ograničava njihovu procjenu toga, kako i zašto se proizvodi rade sa određenom "urođenom" nepouzdanošću. Za to u radnoj organizaciji nisu uvijek priznate strukture sa detaljno definiranim odgovornostima i postupcima za osiguranje pouzdanosti proizvoda, te je i to jedna od kočnica koja usporava uvođenje pouzdanosti. Iako praksa u industriji varira od jedne radne organizacije (ili industrijske grane) do druge, poslovi oko funkcije pouzdanosti se obično dodeljuje sektoru za osiguranje kvaliteta (kada su funkcije konstrukcije i proizvodnje međusobno povezane) ili pojedincu ili grupi unutar sektora za konstrukciju. Usluge sektora za pouzdanost koji se obično smatra grupom za opsluživanje nisu uvijek poželjene, iako bi on morao imati ovlaštenje za pregled konstrukcije bilo da to konstruktor zahtijeva ili ne.

5. ZAKLJUČAK

Zemlja u razvoju ili srednje razvijena zemlja kakva je Jugoslavija ima sve probleme koji se susreću u mnogo razvijenijim industrijskim zemljama, a osim toga i mnoge druge koji ovise o lokalnim metodama rada, narodnim običajima, radnim uslovima i ekonomskom položaju. Naša zemlja i mnoge druge njoj slične moraju biti spremne da uđu u područje novih konstrukcija pouzdanih proizvoda (slika 4), izrađenih po mogućnosti od domaćih sastavnih dijelova prije nego što će moći odvojiti velike investicije u izučavanje i tehnologiju pouzdanosti.

- a) proizvodnja
- b) osiguranje kvaliteta
- c) konstrukcija
- d) spremnost za ugrađivanje pouzdanosti
- e) kadrovi iz područja pouzdanosti
- f) znanje iz područja pouzdanosti
- g) ciljevi u pouzdanosti
- h) oprema za ispitivanje i analiza otkaza
- i) pouzdani proizvodi

SLIKA 4: OD PROIZVODNJE DO POUZDANOG PROIZVODA

Ali, ako industrija (ovakva kakva je) želi da preživi i da se razvija, ona mora obvladati tehnikom pouzdanosti ili da je prilagodi na takav način da uskladi i lokalne uslove i zahtjeve strane konkurencije jer u situaciji u kakvoj je Jugoslavija danas važno je izvoziti što više je moguće. A izvoziti se mogu samo kvalitetni i pouzdani proizvodi.

LITERATURA

1. J. Hilman, 1973, Developing reliability in a developing country, Proceedings 1973 annual reliability and maintainability symposium, 463-468.
2. C. Sontz, W.E. Wallace, 1977, MIL-STD-701, Proceedings 1977 annual reliability and maintainability symposium, 448-452.

UTJECAJ RASPODJELE PRITISAKA U KLIZNIM POVRŠINAMA
NA STICK-SLIP EFEKT

Hinko Muren
Jože Jurkovič

Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo

Kod posmičnih i pozicionirnih pogona s jako malom brzinom kretanja pojavljuje se neravnomjernost ispod granične brzine, nazvana stick-slip efekt, ali se slična neravnomjernost u nekim uslovima može primjetiti i iznad granične brzine. Ispitivanja ispod granične brzine trebala su pokazati zavisnost od raspodjele pritisaka u kliznim površinama, dok je kod neravnomjernog kretanja iznad granične brzine koje iz literature nije detaljnije poznato trebalo pronaći uzroke i mogućnosti za otklanjanje.

1. UVOD

Uvodjenjem automatizacije, a pogotovo numeričkog upravljanja, postaju problematične preciznost i pouzdanost pozicioniranja kojima su date granice medju ostalim i pojavom stick-slip efekta. Taj efekt najbolje je karakteriziran graničnom brzinom za proračun za koju su iz literature poznate različite jednadžbe medju kojima se često spominje Schindlerova jednadžba:

$$\dot{x}_{1k} = \frac{F_n}{k} \cdot \frac{1}{\tau} \cdot \frac{(\Delta\mu_p - \mu_{pv})^3}{\Delta\mu_p \cdot \mu_{pv}}$$

$$\Delta\mu_p = \mu_{pmax} - \mu_{pmin}$$

F_n - opterećenje klizača, k - krutost pogona,
 τ - vremenska karakteristika koja označava porast μ_p , μ_{pv} - porast koeficijenta trenja u vremenu t_0 , μ_{pmax} - najveće startno trenje nakon beskonačno dugog mirovanja, μ_{pmin} - najmanje trenje na kraju klizne faze.

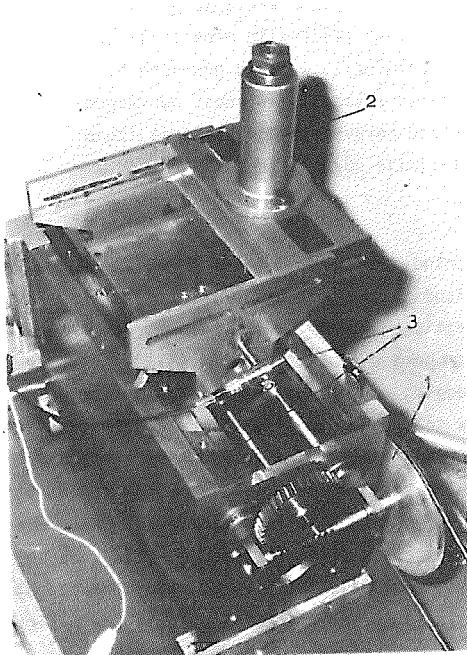
Navodno se rezultati prema onoj jednadžbi dosta dobro poklapaju s rezultatima eksperimenata.

Schindlerova jednadžba ne daje, međutim, zavisnosti granične brzine od načina rasporeda pritisaka u vodećim površinama. Kod alatnih strojeva u praksi normalna sila - opterećenje vodjica - skoro uvijek mijenja svoj položaj pa se prema tome mijenja i raspored pritisaka, a time i maksimalne vrijednosti pritisaka. Iz nekih stranih istraživanja poznato je da se kod iste normalne sile promjenom njenog mjesta zahvata mijenja granična brzina, pa se je zbog toga pristupilo detaljnijoj analizi utjecaja rasporeda pritisaka na graničnu brzinu.

2. OPIS MERENJA

Na specijalno konstruiranom stroju za ispitivanje koji može dosta dobro simulirati stvarne prilike kod alatnih strojeva (stroj ima izmjenljive klizne staze) mjerena je granična brzina u zavisnosti od veličine normalne sile F_n , od prosječnog pritiska i od maksimalnog pritiska i to kod simetričnog kao i kod ekscentričnog opterećenja. Eksperimenti izvršeni su kod simetričnih plosnatih kliznih staza i kod nesimetričnih kombiniranih staza plosnatog i prizmatičnog oblika. Stroj za ispitivanje

vanje prikazan je na slici 1. Vodeće staze klizača (3) mogu se izmjenjivati - na slici je prikazano ispitivanje kod kombinacije plosnate i prizmatične klizne staze. Element za opterećivanje s promjenljivom normalnom silom (2) pomičan je u dva okomita smjera po površini klizača, tako da je moguće mijenjati pritisak u kliznim površinama u uzdužnom i poprečnom smjeru.



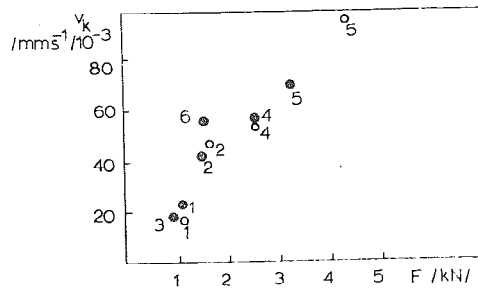
Slika 1 Stroj za ispitivanje
1 - pogon za posmak
2 - element za opterećivanje
3 - vodeće staze

Budući da ne postoji pouzdana metoda za mjerenje pritisaka u kliznim površinama, maksimalni pritisci određeni su računskim putem, koristeći proračunsku metodu prema lit. /1/.

Rezultati ovih ispitivanja prikazani su u diagramima na slikama 2 i 3.

U diagramu 2 prikazani su rezultati ispitivanja granične brzine u zavisnosti od maksi-

malnog pritiska. Normalna sila djeluje u različitim položajima na površini klizača (5 - sredina klizača, 2 do 8 - uzdužna simetrala, 4 do 6 - poprečna simetrala, 1, 3, 7 i 9 - uglovi klizača) ali je različite veličine da bi maksimalni pritisak u kliznim stazama ostao konstantan. Nasuprot očekivanju granična brzina nije bila niti približno konstantna. Kod veće normalne sile granična brzina je u svim slučajevima uočljivo u porastu.



Slika 2 Granična brzina pri konstantnom maksimalnom pritisku

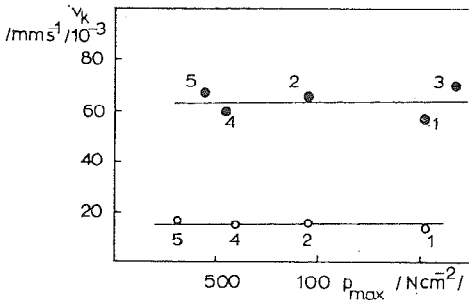
○ - plosnate staze
● - plosnato-prizmatične staze

Konstrukcija vodjica ima kod ove serije ispitivanja dosta malen utjecaj, korelacija nije dobro uočljiva.

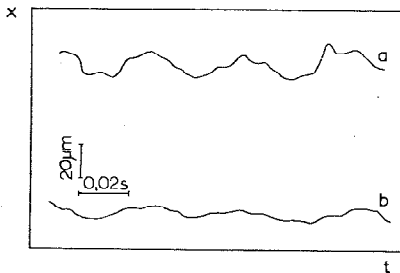
Diagram na slici 3 prikazuje rezultate druge serije ispitivanja kod koje je bila normalna sila konstantna ali se mijenja položaj zahvata čime su postignuti promjenljivi maksimalni pritisci. Rezultati potpuno jasno prikazuju da granična brzina ne zavisi o maksimalnom pritisku nego isključivo o veličini normalne sile i o konstrukciji vodjica. Kod kombinacije prizmatične i plosnate klizne staze kritična brzina je više nego tri puta veća nego kod kombinacije dviju plosnatih staza.

Paralelno s ovim zapažanjima uočeno je dinamičko ponašanje klizača i iznad područja granične brzine gdje bi po dosadašnjim zapažanjima trebalo biti kretanje ravnomjerno

(slika 4). Ova su neravnomejra kretanja u nekim prilikama toliko jaka da se početak stick-slip efekta uopće nije mogao registrirati, budući da su oscilacije iznad granične brzine bile praktično jednake oscilacijama kod pojave stick-slip efekta.



Slika 3 Granična brzina u zavisnosti s maksimalnim pritiskom
○ - plosnate staze
● - plosnato-prizmatische staze



Slika 4 Ponašanje klizača iznad granične brzine
a - elektromotor direktno učvršćen na postolje
b - elastično učvršćenje elektromotora

Uzrok ovim oscilacijama pronadjen je u nepreciznostima prenosa pogonskih elemenata, najvećim dijelom zbog reduktora iza pogonskog elektromotora. Izvanredno elastičnom vezom

između elektromotora i pogonskog vretena s navojem kod klizača (s jako dugačkim i jako elastičnim pogonskim remenom) ove su oscilacije toliko reducirane da se kod normalnog uvećanja ordinata u diagramima nisu više pojavljivale u pretjeranom obliku ili su čak u potpunosti izčeznule.

Posebno serijom ispitivanja dokazano je da je glavni uzrok spomenutih oscilacija neprecizna izrada prijenosnih zupčanika ali da idu jednim dijelom i na račun nepotpuno izbalansiranog elektromotora i na račun neravnomjernosti njegove rotacije. Izvanredno elastičnim pričvršćivanjem elektromotora oscilacije je bilo moguće i dalje smanjiti.

Interesantno je da je koeficijent trenja u kliznim površinama imao neočekivan utjecaj. Kod vodećih staza iz kombinacije sivi lijev s većim koeficijentom trenja i većim faktorom prigušivanja oscilacije su bile jače nego kod kombinacije teflon - sivi lijev s manjim koeficijentom trenja i manjim faktorom prigušivanja. Zbog tog ponašanja sličnog stick-slip efektu u početku ispitivanja bilo je problematično odrediti dali se radi o stick-slip efektu ili o neravnomjernom kretanju iznad granične brzine.

3. ZAKLJUČCI

Rezultati svih ovih ispitivanja interesantni su u prvom redu za konstruktera alatnih strojeva, a mogu biti od koristi i za tehnologa kod planiranja rada na strojevima s uredjajem za pozicioniranje. Zaključci su slijedeći:

1. Povoljniji oblik je kombinacija dviju plosnate klizne staze - kod prizmatische vodjica je granična brzina preko tripud veća.
2. Kod kombiniranih prizmatische-plosnate staza treba izradke veće težine stezati što moguće dalje od prizmatische strane.

3. Kod isključivo plosnatih staza položaj izradka nema utjecaja.
4. Težina klizača treba biti što manja, ali ne na račun krutosti.
5. Oscilacije zbog slip-stick efekta i zbog neravnomjernosti u prenosniku se mogu smanjiti upotrebom kliznih materijala s manjim koeficientom trenja.
6. Oscilacije iznad granične brzine se mogu smanjiti elastičnom vezom u pogonu - koja međjutim može onemogućiti precizno pozicioniranje.
7. Svaka nepreciznost kliznih staza pojačava oscilacije.
4. Schindler, H., Analyse und Näherungsrechnung der ungleichförmigen Schlittenbewegung bei Werkzeugmaschinen, Maschinenbautechnik, 627 - 632, 1968
5. Stromberger, C., Drews, K., Reibungsverhältnisse an gleitführungen beim Auftreten von Stick-Slip, Werkstatt und Betrieb, 39 - 47, 1967.
6. Berthold, H., Mader, K., Schindler, H., Ergebnisse von Forschungsarbeiten an Gleitführungen, INFERT 74 in Dresden
7. Kato, S., Yamaguchi, K., Matsubayashi, T., Stick-Slip Motion of Machine Tool Slideway, Transaction of the ASME, 557 - 566, 1974

LITERATURA

1. Muren, H., 1973, Konstruiranje odrezovalnih strojev, Ljubljana, Univerza v Ljubljani.
2. Gligorič, B., 1971, Prilog istraživanju stick-slip kretanja, Kragujevac, Mašinski fakultet Kragujevac.
3. Arz, G., 1972, Einfluss der Schmierstoffe auf die Gleichförmigkeit der Schlittenbewegung bei Werkzeugmaschinen, Budapest, Periodica Polytechnica.
8. Gligorič, B., Lopičić, M., Prilog ispitanju translatornog kretanja klizača alatnih mašina pri malim brzinama, Saopštenja IAMA, 129 - 143, 1966

OPTIMIZACIJA KOLIČINSKOG UČINKA NA *
MAŠINSKO-RUČNOM RADNOM MJESTU

Dr VOJISLAV OTAŠEVIĆ, Mašinski fakultet Banja Luka

Dr BOŽO ČORIĆ, Mašinski fakultet Mostar

Mr VOJO VIŠEKRUNA, Mašinski fakultet Mostar

Radom se želi demonstrirati jedan pristup optimiranju količinskog učinka na radnom mjestu, kao organizacionom sistemu. U ovim uslovima kao kriterij optimalnosti pojavljuje se dohodak koji se ostvaruje unutar sistema. U radu je izložen teoretski pristup problemu kao i njegova provjera u laboratorijskim i stvarnim uslovima.

1. UVOD

Na današnjem stepenu razvoja proizvodnih snaga najveći broj tehnoloških radnih mjesta, odnosno procesa koji se na njima odvijaju u oblasti prerade metala predstavljaju kombinaciju mašinskog i ručnog rada. U tom sistemu "čovjek-mašina" prisutna su stalna prilagodjavanja mašine i uopšte tehničkih sredstava čovjeku i njegovim psihofiziološkim osobinama, ali i čovjeka sve složenijom opremi koja ga okružuje i sa kojom upravlja. Postojeći sistemi materijalne stimulacije kojima se želi povećati količinski učinak "prisiljavaju" radnika da svoje ponašanje prema mašini podesi na način koji će omogućiti postizanje maksimalno mogućeg ličnog dohotka [1]. U svakoj konkretnoj situaciji radnik nađe rješenje kako će mašinu i njene mogućnosti da iskoristi u cilju maksimizacije količine, a time i svoje zareda. Ovakav odnos ima za posledicu povećanje učesća troškova sredstava za rad (mašine, alat) u cijeni koštavanja proizvoda koji se radi, a preko rasta ličnog dohotka smanjuje se reprodukciona sposobnost proizvodnog sistema.

Maločas opisano ponašanje čovjeka u sistemu "čovjek-mašina" uticalo je na traženje novih rješenja. Pri tome rješenja su morala zadovoljiti uslov prema kojem radno mjesto daje u vremenskoj jedinici onoliko broj količinskih jedinica koje u sebi nose maksimalnu masu dohotka. Naglasak se dakle, premješta sa Q_{max} , na D_{max} . Maksimalni dohodak ostvario bi se u ovom slučaju uz neku optimalnu količinu.

* Rad je radjen u sklopu projekta "Optimiranje količinskih učinaka u proizvodnim sistemima za preradu metala" prijavljenog kod Republičke zajednice BiH za naučni rad.

Utvrđivanje optimalne količine i stimulacija radnika na održavanje (ne prekoračenje!) te količine uticat će ne samo na promjenu ponašanja radnika prema mašini, već će doprinijeti povećanju dohotka OUR-a, a preko toga i ličnih dohodaka.

Razumije se da optimizacija količine ima posebnog smisla kada se radi o relativno autonomnim sistemima "čovjek-mašina" i tamo gdje radna mjesta nisu međusobno čvrsto povezana (pojedinačna i maloserijska proizvodnja).

2. DEFINISANJE PROBLEMA

Već je naglašeno da su razmatranja ograničena na nivo tehnološkog radnog mjesta, koje sačinjavaju slijedeći elementi:

- proizvodna alatna mašina opremljena priborom i uredjajima na kojima se vrši obrada,
- alat sa kojim se vrši obrada materijala,
- čovjek koji upravlja mašinom, alatom i priborom u procesu obrade.

Da bi se problem mogao postaviti, a potom i riješiti neophodno je definisati šta se podrazumjeva pod količinskim učinkom i koji elementi utiču na njegovu promjenu, odnosno kakav je uticaj čovjeka na te elemente u smislu povećanja količinskog učinka.

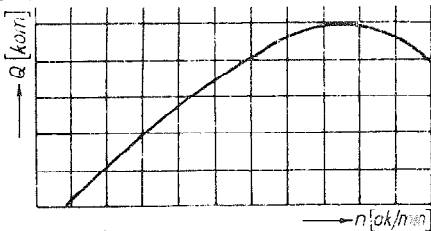
2.1. Količinski učinak

Pod ovim pojmom podrazumjeva se broj komada koji se izradi u jedinici vremena u okviru date tehnologije na proizvodnom radnom mjestu. U sistemu "čovjek-mašina" količinski učinak je funkcija stepena iskorištenja čovjeka i mašine. Uzme li se da je iskorištenje čovjekovog potencijala normalno (prosječno zalaganje), veličina količinskog učinka bit će u funkciji stepena iskorištenja mašine, odnosno pri obradi sa skidanjem strugotine u funkciji brzine (broja obrtaja) koraka pomoćnog kretanja i dubine rezanja.

Matematički izraz za količinski učinak ima izgled:

$$Q = \frac{T_{sm}}{t_1}, \text{ kom.} \quad (1)$$

gdje je: Q - količinski učinak, T - vrijeme rada u jednoj smjeni, t_1 - jedinična norma. Neka ispitivanja koja su do sada vršena pokazala su da u slučaju mašinsko-ručnog tehnološkog radnog mjesta posebno značenje ima promatranje iskorištenja alatne mašine sa stanovišta količinskog učinka u funkciji brzine rezañja. Ovo iz razloga što su u tom slučaju mogućnosti uticaja radnika najneposrednije izražene na promjenu količinskog učinka. Iako do promjene količinskog učinka dolazi promjenom i druga dva elementa režima rada, ipak je njihovo povećanje dosta limitirano drugim parametrima koji utiču na kvalitet obradene površine i na stabilnost obradnog sistema, pa se s toga i ne uzimaju kao faktori povećanja količinskog učinka. Promatrajući izraz (1) i imajući u vidu da je vrijeme T_{sm} neka konstanta onda je očigledno da isključivo promjenom tj. smanjenjem jedinične norme dolazi do povećanja količinskog učinka. Medjutim, količinski učinak na ovaj način možemo povećavati samo do neke granice, nakon koje svako povećanje neće dovesti i do povećanja istog. To jasno ilustruje slika 1.



Slika 1. Količinski učinak u funkciji brzine

Zašto dolazi do pada količinskog učinka bez obzira na povećanje broja okretaja objañnjava se time što u datom momentu (stepenu iskorištenja) efekat povećanja učinka zbog smanjenja tehnološkog vremena manji od efekta smanjenja učinka izazvanog povećanjem prosječnog vremena potrebnog za promjenu alata.

2.1.1. Jedinična norma

Već je istaknuto da smanjenjem jedinične norme dolazi do povećanja količinskog učinka, istina samo do određene brzine rada određene mašine. Zato ćemo normu nešto bliže objasniti. U smislu njene definicije može se kazati da jedinična norma predstavlja vremenski standard utvrđen za prosječno uvježbanog i u tom poslu kvalifikovanog radnika koji može uz normalno zalaganje i zamor i uz normalne radioničke uslove izvršiti tačno definisan posao standardnog kvaliteta. Izražava se obrascem:

$$t_1 = (t_t + t_p) (1 + k_d), \text{ min} \quad (2)$$

gdje je: t_1 - jedinična norma, t_t - tehnološko vrijeme i t_p - pomoćno vrijeme, k_d - dopunski

koficijent koji kompenzira izgubljeno vrijeme (0,15-0,28) [3].

U okviru tehnološkog vremena obavlja se neposredna promjena oblika, dimenzija, unutrašnje strukture i spoljnog izgleda radnog predmeta a izračunava se pomoću obrazaca za mašinski rad. U obrascima figurišu parametri koji definišu proces. Za razliku od tehnološkog vremena pomoćno vrijeme uzima u obzir vrijeme za koje se obavljaju pomoćni radovi. Treba napomenuti da se u slučaju obrade sa skidanjem strugotine trebaju promatrati dvije komponente:

- osnovno pomoćno vrijeme potrebno za obavljanje određenih neophodnih radnji (stezanje, promjena broja okretaja, promjena koraka i sl.),
 - vrijeme koje se mora utrošiti za izmjenu alata kada dodje do njegovog zatupljenja.
- Može se, dakle, reći da je

$$t_p = t_{p1} + \frac{t_{piz}}{i} t_t, \text{ min.} \quad (3)$$

gdje je: t_{p1} - osnovno pomoćno vrijeme, t_{piz} - vrijeme jedne izmjene alata. U zavisnosti od vrste alata vrši se i njegova zamjena. Alat sa lemljenom pločicom i alat od brzoreznog čelika se regeneriraju, a kod alata sa izmjenljivim pločicama pod vremenom izmjene podrazumjeva se izmjena, odnosno zakretanje pločice. Pomoćno vrijeme utvrđuje se snimanjem. Jedinična norma se pod uticajem promjene režima rada uz $t_p = \text{const}$ i $k_d = \text{const}$ ponaša inverzno krivoj količinskog učinka.

2.2. Mogućnosti uticaja na promjenu količinskog učinka

Analizom izraza (1), a imajući u vidu sve što je rečeno za jediničnu normu može se konstatovati da do promjene količinskog učinka dolazi promjenom tehnološkog vremena i pomoćnog vremena^{*}.

Budući da čovjek upravlja procesom obrade i ujedno sam izvodi pomoćne radnje, vrijeme potrebno za njihovo obavljanje može smanjiti povećanim zalaganjem i uvježbanošću. Analize pokazuju da su ovdje već sada male mogućnosti za povećanje učinka. Vodjen težnjom za većom zaradom radnik se odlučuje na skraćenje norme djelovanjem na "t". Jedini moguću način skraćjenja tog vremena je korištenje oštih režima rada mašine. Medjutim, ovo smanjenje, koje ima uticaj na povećanje učinka, ima svoje granice preko kojih nema smisla povećavati režime (vidi sliku 1). Posezanje za oštrijim režimima obrade dovodi do preforriranja mašine i alata, pa to ima za posljedicu povećanje troškova vezane i za mašinu i za alat. Nadalje težeći da povećá količinski učinak radnik dovodi u pitanje i kvalitet posla (operacije) koji obavlja. Na osnovu određenih istraživanja [4] došlo se do zaključka da izvršenje

^{*} Pod pretpostavkom da se dodatno vrijeme ne mijenja.

norme i kvalitet obrade stoje u odredjenoj korelacionoj povezanosti pri čemu je koeficijent korelacije pozitivan.

Sagledavajući ove odnose u sistemu "čovjek-mašina" nameće se zaključak o potrebi iznalaženja količinskog učinka pri kojem će se ostvarivati maksimalna ekonomska korist. Takav učinak naziva se optimalnim. Njegovo iznalaženje podrazumjeva i poseban pristup analizi procesa obrade. Činjenica je da se u tom pristupu mora u obzir uzeti veliki broj činilaca, a to je moguće jedino ako obradni proces promatramo kao proces u kojem dolazi do trošenja svih proizvodnih faktora. U osnovi radi se o jednom vrijednosno-ekonomskom procesu, pa ga kao takvog ovdje tretiramo.

3. KRITERIJ OPTIMALNOSTI

U ovom radu će biti izložen specifičan pristup optimiranju. Kao kriterij optimalnosti pojavljuje se dohodak koji se ostvaruje na tehnološkom radnom mjestu. Da bi se dohodak mogao uzeti kao kriterij optimalnosti mora se imati u vidu slijedeće [2]: "Kako radno mjesto predstavlja osnovnu i najmanju proizvodnu organizacijsku jedinicu koja se sastoji od proizvodne alatne mašine, na kojoj se vrši obrada metala, alata sa kojim se vrši obrada i proizvodnog radnika koji upravlja procesom obrade, to svodjenje svih troškova na njegov nivo znači istovremeno stvaranje mogućnosti za spuštanje dohotka na nivo proizvodnog radnog mjesta." Iz ovoga se nameće zaključak da se svako proizvodno radno mjesto može promatrati kao "proizvodni sistem u malom" pa se prema tome za njegamože odrediti onaj količinski učinak koji obezbjeđuje najveći dohodak. Izraz za dohodak je:

$$D = Q(C_p - U_m), \text{ din.} \quad (4)$$

gdje je: D - dohodak koji se ostvari na radnom mjestu, C_p - prodajna cijena i U_m - ukupni troškovi po jedinici.

Izraz (4) je neophodno proširiti i dovesti ga u funkcionalnu zavisnost od režima obrade, jer je ranije istaknuto da njihovom promjenom dolazi do promjene i količinskog učinka. Naprijed je takodje izvršena analiza nekih elemenata dohotka pa je potrebno to isto učiniti sa prodajnom cijenom i ukupnim troškovima po jedinici.

3.1. Prodajna cijena

Kod određivanja ove komponente dohotka javljaju se najveći problemi, prvenstveno zbog toga što se u radu promatra radno mjesto, odnosno operacija, a ona kao takva nema svoju tržišnu vrijednost i cijenu, jer obično nisu predmet prodaje i nabavke. Iz ovoga bi se moglo zaključiti da je nemoguće objektivno utvrditi dohodak koji ostvari pojedinačno uzeti izvršilac radeći na odredjenoj operaciji. Međutim ova objektivno uslovljena teškoća rješava se izračunavanjem plansko-kalkulativne prodajne cijene.

3.2. Ukupni troškovi po jedinici

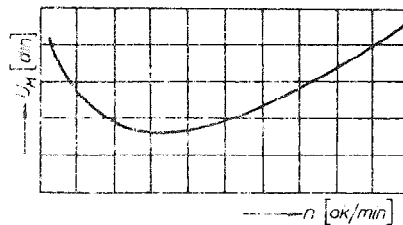
Proces koji se odvija na proizvodnom radnom mjestu promatra se kao vrijednosno-ekonomski proces. Prema [2] troškovi na proizvodnom radnom mjestu mogu se pisati u obliku:

$$U = R + A + M \quad (5)$$

gdje je: R - lični dohoci proizvodnih radnika, A - troškovi alata i M - troškovi mašine. Svi oni u većem ili manjem obimu opterećuju proizvod i mijenjaju se u zavisnosti od parametara režima obrade. Pošto se govori o dohotku kao kriteriju optimalnosti to je potrebno izraz (5) transformisati u smislu pogodnosti primjene kako slijedi.*

$$U_m = A + M + D_t + E, \text{ din.} \quad (6)$$

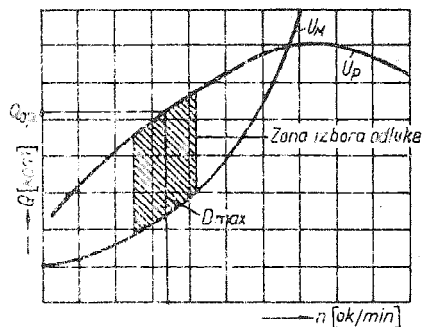
D_t - dodatni troškovi svedeni na jedinicu proizvoda, E - troškovi pogonske energije. Na osnovu dosadašnjih ispitivanja (6) moguće je ponašanje troškova u zavisnosti od brzine predstaviti kao na slici 2.



Slika 2. Odnos ukupnih troškova po jedinici i brzine rezanja

3.3. Prikaz kriterija optimalnosti

Na osnovu razmatranja i analize svih elemenata koji figurišu u izrazu (4) moguće je i grafički predstaviti predloženi kriterij maksimalnog dohotka (slika 3)



Slika 3. Grafički prikaz odnosa D_{opt} , U_m i U_p u funkciji brzine rezanja

* Lični dohoci radnika su izostavljeni, jer sa stanovišta ostvarivanja i raspodjele dohotka (novostvorene vrijednosti) oni ne ulaze u troškove poslovanja proizvodnog sistema.

Na osnovu 6, dohodak izražen u funkciji režima obrade je:

$$D = \frac{T_{sm}}{a \left(\frac{L}{ns} + t_{p1} + t_{piz} A^n \frac{1}{n^m} - 1 \frac{x}{a^m} - 1 \frac{Y}{s^m} - 1 \right)} \cdot \left(C_p \left\{ \frac{C_A}{1+i} A^n \frac{1}{n^m} - 1 \frac{x}{a^m} \frac{Y}{s^m} - 1 + a(M'+B) \cdot t_1 + E \cdot a \right. \right. \\ \left. \left. \left[b^2 L s \frac{y_1^{-1}}{s^m} + b b'' (L s \frac{y_1^{-1}}{s^m} + t_{p1} n s \frac{y_1}{n^m} + t_{piz} A^n \frac{1}{n^m} \frac{x}{a^m} \frac{Y}{s^m} - 1 + y_1) \right] \right\} \right) \quad (5)$$

Teoretski posmatrano maksimalni dohodak se ostvaruje na onom stepenu iskorištenja alatne mašine gdje je razlika izmedju prihoda i materijalnih troškova najveća. Ako na ordinatu pored troškova naneseimo i količinu onda ona količina koja odgovara maksimalnom dohotku predstavlja optimalnu količinu. Za postizanje maksimalnog dohotka neophodno je da izraz za jediničnu normu dobije minimalnu vrijednost, a vrijednost u zagradi svoj maksimum, što drugim riječima znači da se trebaju pronaći minimalni troškovi po jedinici, jer će u tom slučaju vrijednost u pomenutoj zagradi biti maksimalna, pod uslovom da je $C_p = \text{const}$. Može se uočiti da zbog blage zakrivljenosti dviju krivih sa slike 3 nema većeg opravdanja govoriti o jednoj tački na apscisi u kojoj se postiže maksimalni dohodak. Treba uzimati i daljnja promatranja usmjeriti u okviru zone, koja je na grafiku dvostruko šrafrirana. Unutar ove zone treba da se nadje naša odluka o veličini količinskog učinka.

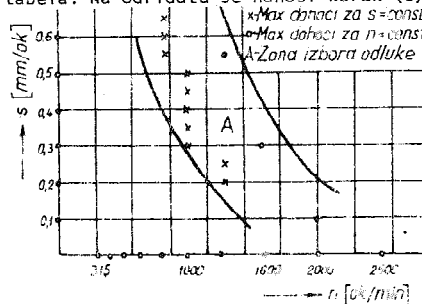
4. PROVJERA MODELA

Provjera postavljenog modela (4) vršena je u laboratorijskim i stvarnim uslovima.

4.1. Provjera modela u laboratorijskim uslovima

Provjerom se htjelo utvrditi zona izbora odluke pri čemu je bilo potrebno definisati sve elemente koji ulaze u naprijed iznijetu funkcionalnu zavisnost. Za potrebe eksperimenta vršena su variranja dva od tri moguća parametra režima obrade brzina i korak dok je dubina $a = \text{const} = 2\text{mm}$. Provjera se vršila na strugu u operaciji "uzdužno spoljne struganje". Izabrano je nekoliko različitih materijala, odredjen alat, koeficijenti koji karakterišu materijal, a figurišu u pomenutoj zavisnosti i ostali potrebni parametri, pa se pristupilo izračunavanju karakterističnih veličina pomoću kojih se ocjenjuje valjanost predloženog modela. Obrada podataka vršena je na računaru, koji je na izlazu davao tri veličine: dohodak, jediničnu normu i jedinične troškove. Detaljna analiza dobijenih rezultata izvršena je u [6], a u ovom radu zbog ograničenosti prostora dat će se samo kratak osvrt. Na osnovu rezultata svrstanih u odgovarajuće

tabele može se konstatovati da se položaj maksimalnog dohotka nalazi izmedju dva minimuma (jedinične norme i jediničnih troškova), nešto bliže minimumu jediničnih troškova). Interesantan je grafički prikaz (slika 4) koji se može nacrtati korištenjem podataka iz pomenutih tabela. Na odridatu se nanosi korak (s), a na



Slika 4. Zona izbora odluke

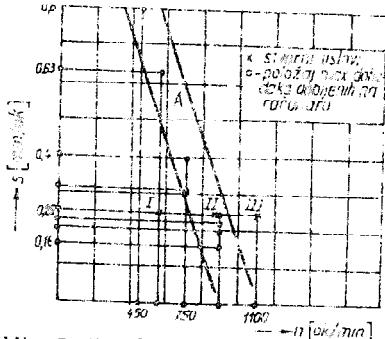
apscisu broj okretaja (n) pa se u nacrtanu mrežu unose podaci koji definišu mjesta maksimalnih dohodaka pri $s = \text{const}$. Raspored, odnosno grupisanje tih tačaka određuje konture zone u kojoj bi trebalo birati režime da se zadovolji kriterij maksimalnog dohotka.

Na osnovu većeg broja zona za različite materijale mogu se uočiti različiti oblici i položaji zona. Na ovo utiču, prije svega, različite mehaničke i hemijske osobine ispitivanih materijala. Potvrda ovome jeste podatak da materijal Č.0645 dozvoljava mnogo oštrije režime nego je to slučaj sa ostala dva materijala (Č.4230 i Č.5432). Ovo je realno za očekivati kada se imaju u vidu njegove mehaničke i druge osobine. Što se pak tiče determinacije količinskog učinka oznake u dijagramima predstavljaju na neki način i vrijednosti optimalnog učinka. Valja napomenuti da se maksimalni dohodci većinom nalaze na nekom broju obrtaja sa kojim mašina iz konstruktivnih razloga ne raspolaže, pa se mora izvršiti uklapanje u postojeće stanje.

4.2. Provjera modela u stvarnim uslovima

Provjera je imala za cilj uporedjenje stvarnih količinskih učinaka sa učincima koji se predlažu kao optimalni. Pod stvarnim učincima se podrazumjevaju oni koji se ostvaruju na tehnološkim radnim mjestima u uslovima koji vladaju u našim proizvodnim sistemima. Ispitivanja su obuhvatila radna mjesta na kojima se obavljala operacija spoljnog uzdužnog struganja. Da bi se mogli donositi zaključci uzet je uzorak od 32 elementa tako da se zaključci mogu donositi sa određenom sigurnošću. Mora se napomenuti da je moralo doći do izmjena u matematskom modelu. Te izmjene se odnose na troškove alata, a ogledaju se u tome što se obrada vršila sa strugarskim noževima sa mehanički držanom pločicom. Prilagodjavanje je vršeno na osnovu obrazaca iz literature [7]. Nakon neophodnih korekcija pristupilo se definisanju zona izbora odluke za svaki slučaj

pojedinačno na već izložen način. Te zone definisane su u koordinatnom sistemu n-s. U toku prikupljanja podataka prikupljeni su i podaci o vrijednostima režima rada na svakom promatranom radnom mjestu. Svi podaci svrstani su u prigodne tabele, formirana matrica podataka, sačinjen program za numeričku obradu na računskoj mašini i izvršeno crtanje zona. Dalji korak bio je unošenje stvarnih podataka u nacrtanje dijagrama. Ustanovljeno je da su se javili slijedeći slučajevi koji su prikazani na slici 5.



Slika 5. Mogući slučajevi odnosa stvarnih i teoretskih količinskih učinaka

I - Stvarni učinci su manji od optimalnih.
 II - Stvarni učinci su u okviru zone A. (II₁ lijevo od optimalnog učinka, II₂ poklapa se sa optimalnim učinkom i II₃ desno od optimalnog učinka), III - Stvarni učinak je različit od optimalnog.

Na osnovu provedene analize dobijeni su rezultati prikazani u tabeli 1.

Broj i procenat zabilješki						
I	II (1+2)	III	II ₁	II ₂	II ₃	(4+5+6)
1	2	3	4	5	6	7
21	1	22	0	7	3	10
65,6	3,15	68,7	0	21,86	9,37	31,3

Nameće se zaključak da prilično veliki broj stvarnih količinskih učinaka odstupa od onih koji se u ovom radu tretiraju kao optimalni. U nekim slučajevima to su dosta značajne razlike. Bez obzira o kolikim razlikama se radi njihovi efekti izraženi su u vidu gubitaka dohotka i dosta su veliki, kako sa aspekta jednog radnog mjesta tako i sa aspekta skupa radnih mjesta. Značajno je primijetiti da se odstupanja van zone nalaze u oko 66% slučajeva u granicama jednog eventualno dva stepena broja okretaja. Za razliku od tih odstupanja (II₃) unutar zone su u granici jednog stepena prenoša. Provedena analiza ukazuje na još neke efekte. Medjutim, u ovom radu ograničili smo se na uporedjivanja stvarnih i teoretskih postavki.

5. ZAKLJUČAK

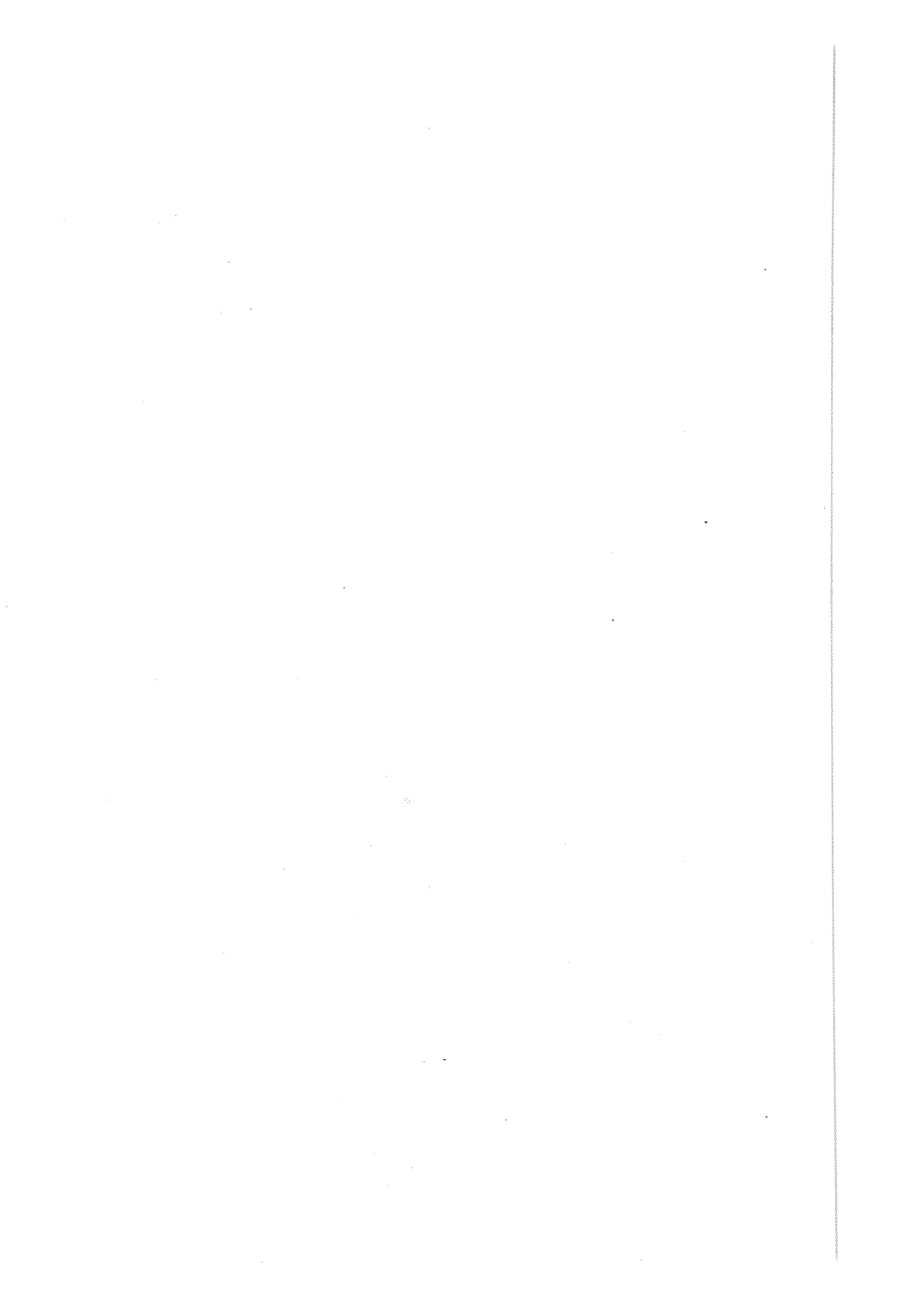
Na bazi prethodnih razmatranja može se zaključiti da je usvojeni kriterij optimalnosti opravdan pod uslovom da se radnik koji izvodi operaciju na neki način stimuliše da proizvede onu količinu dijelova koja obezbjeđuje maksimalni dohodak. Stimulisanje da se proizvede optimalna količina ne samo što obezbjeđuje maksimalni dohodak nego ima i niz drugih prednosti i to:

- utiče na smanjenje gubitaka u procesu rada,
- utiče na održavanje predviđenog nivoa kvaliteta,
- jediničnu normu kao mjerilo učinka zaštićuje od deformacija kojima je izložena primjenom postojećih stimulativnih šema nagrađivanja [1],
- odražava postavljeni radni ritam i sl.

Očigledno je da se ne može govoriti o jednoj tački kao mjerodavnoj za optimiranje učinka nego se mora polaziti od određene zone koju smo nazvali zona izbora odluke. Uočena odstupanja između stvarnih i izračunatih količina ukazuju da je moguće na relativno jednostavan način stvarne veličine dovesti unutar zone. Navedeni prilaz nije imun ni od određenih nedostataka koji se ogledaju u tome da se svaka unutrašnja, a posebno vanjska promjena u sistemu "cijena-troškovi-količina" na radnom mjestu odražava na pomjeranje položaja maksimalnog dohotka lijevo ili desno od utvrjenih vrijednosti u dijagramu. Osim toga odsustvo objektivnih prodajnih cijena usmjerava buduća istraživanja na one operacije koje su u smislu koncentracije zaokružene cjeline i gdje se kao rezultat rada javlja gotov proizvod koji ima svoju, putem tržišta, utvrđenu prodajnu cijenu.

LITERATURA

1. Otašević V., 1975, Stimulativno nagrađivanje u strojno-ručnoj proizvodnji, Banja Luka.
2. Ivković B., 1974, Struktura troškova proizvodnje u obradi metala, Kragujevac, Mašinski fakultet.
3. Otašević V., 1977, Efikasnost proizvodnih sistema u funkciji vremenskog iskorištenja mašinskog parka, Zbornik radova, PPS'77, Novi Sad.
4. Čorić B., 1980, Kvalitet proizvoda - operacija u funkciji izvršenja količinskih normi kao osnove materijalne stimulacije u uslovima mašinsko-ručne proizvodnje, doktorska disertacija, Mostar.
5. Buble M., Ferišak V., Knežević N., Novak M., Otašević V., 1977, Vrednovanje rada, Zagreb, Informator.
6. Višekruna V., 1978, Odredjivanje optimalnih režima obrade, Magistarski rad, Zagreb, Strojarski fakultet.
7. Banjac D., Todić V., 1977, Izbor i primjena mjerodavnih funkcija u optimizaciji tehnoloških procesa, PPS '77, Novi Sad.



PROCES DONOŠENJA ODLUKA U SAMOUPRAVLJANJU

Marijana Pajvančić
Pravni fakultet
Univerzitet u Novom Sadu, Jugoslavija

U ovom saopštenju navode se osnovne pretpostavke za samoupravno odlučivanje. U samoupravnom odlučivanju učestvuju svi radni ljudi i građani. Učestvujući u donošenju odluka radni ljudi i građani to uvek čine organizovano i međusobno interesno povezani sa drugim radnim ljudima i građanima. Samoupravno odlučivanje se ostvaruje u uslovima postojanja različitih samoupravnih interesa.

Samoupravno odlučivanje je složen društveni proces. Pod procesom samoupravnog odlučivanja podrazumeva se pripremanje odluke, donošenje odluke i njeno izvršavanje.

Samoupravno odlučivanje se ostvaruje na različitim nivoima društvene organizacije. To podrazumeva raznovrsnost oblika u kojima se odlučuje i različite subjekte koji učestvuju u procesu odlučivanja.

Nekoliko je bitnih osobina koje karakterišu samoupravno odlučivanje i razlikuju ga od ostalih oblika odlučivanja. U ovom saopštenju navode se osnovne pretpostavke za samoupravno odlučivanje:

Prvo, u samoupravnom odlučivanju učestvuju svi radni ljudi i građani. Oni odlučuju neposredno ili putem svojih delegacija i delegata. Odlučivanje u samoupravnim telima ostvaruje se kao kolektivanrad. Odluka koja je doneta u ovakvom procesu je i sama kolektivni čin. Ovakva obeležja odluke proističu iz načina odlučivanja kao i iz sadržine onih aktivnosti koje se ostvaruju u procesu odlučivanja.

Drugo, učestvujući u donošenju odluka radni ljudi i građani to uvek čine organizovani i interesno međusobno povezani sa drugim radnim ljudima i građanima. Oni su međusobno povezani po radnom principu zajedničkim interesima u procesu rada. Drugi oblik povezivanja ostvaruje se po mestu stanovanja u mesnoj zajednici. Treći oblik povezivanja ostvaruje se u društveno-političkim organizacijama.

Diferentia specifica samoupravnog odlučivanja ogleda se u činjenici da radni čovek i građanin nikada ne deluju u procesu odlučivanja izolovano i odvojeno od drugih radnih ljudi i građana već uvek zajedno sa drugim radnim ljudima i građanima povezan mnogostrukim zajedničkim samoupravnim interesima.

Treće, samoupravno odlučivanje se ostvaruje u uslovima koje karakteriše postojanje različitih samoupravnih interesa. Samoupravno društvo nije egalitarno društvo, već društvo koje karakteriše postojanje različitih samoupravnih interesa. To pretpostavlja da se u samoupravnom odlučivanju otvaraju mogućnosti za izvodjenje procesa odlučivanja pod uslovom da se ostvare i istovremeno zadovolje sledeće osnovne pretpostavke:

- Samoupravni organi i institucije ustavnog i političkog sistema treba da budu otvoreni u tom smislu da se kroz njih mogu izraziti različiti samoupravni interesi osnovnih samoupravnih organizacija i zajednica, dakle, interesi svih subjekata koji učestvuju u procesu odlučivanja.

- U radu samoupravnih organa i tela ostvaruje se uskladjivanje ovih samoupravnih interesa. Proces uskladjivanja i usaglašavanja samoupravnih interesa od posebnih ka opštim je bitno obeležje samoupravnog odlučivanja. Samoupravno odlučivanje nije prost odnos između glasanja i izvršenja, već proces u kome se pojedinačna moć preobražava u ukupnu društvenu moć udruženih radnih ljudi i građana. Usaglašavanje interesa u procesu samoupravnog odlučivanja mora se odvijati demokratski, ali istovremeno i racionalno i efikasno.

Polazeći od ovih osnovnih pretpostavki efikasnost odlučivanja se javlja kao problem odnosa između vremena potrebnog za donošenje odluke, za njenu realizaciju i zadovoljavanje svih elemenata koji obezbeđuju demokratski proces odlučivanja. Efikasno odlučivanje nije i ne mora biti ono odlučivanje za koje je potrebno najmanje vremena. To je ono odlučivanje u kome su stvoreni uslovi da, u najkraćem roku, različiti interesi osnovnih samoupravnih organizacija i zajednica mogu slobodno da se izraze, da se na osnovu demokratskog usaglašavanja uobliče u zajednički interes, kao i da u tom procesu uzmu učesća svi subjekti odlučivanja.

Istraživanja pokazuju da se najčešće vreme za donošenje jedne odluke kreće u intervalu od 15 do 60 dana. Uočava se da ovaj vremenski interval postaje znatno duži (od 3 do 6 meseci) u određenim uslovima, kao i da na dužinu tog vremena posebno utiču neki od sledećih momenata: stepen složenosti

organizacije sistema u kome se odlučivanje ostvaruje; broj i karakter subjekata koji uzimaju učešće u procesu odlučivanja; postupak odlučivanja i posebno postupak predviđen za usaglašavanje samoupravnih interesa; javne rasprave o značajnijim dokumentima i poseban postupak njihovog donošenja i drugo.

Četvrto, ovakav karakter samoupravnog odlučivanja upućuje i na problem ostvarivanja integracije u uslovima samoupravnog odlučivanja, dakle, pitanje ostvarivanja integrativnih funkcija u celini ustavnog i političkog sistema. Samoupravna tela u kojima se samoupravni interesi izražavaju i u kojima se ostvaruje uskladjivanje ovih interesa javljaju se i kao integrativni činitelji u procesu samoupravnog odlučivanja.

U procesu samoupravnog odlučivanja integracija se ne ostvaruje samo kao proces vertikalnog povezivanja različitih interesa i njihovog međusobnog uskladjivanja, već i kao značajan vid horizontalne integracije različitih samoupravnih interesa koji se ispoljavaju i konstituišu kao izraz takvih društvenih potreba koje nastaju u istoj sferi društvene organizacije i na istom nivou društvene organizovanosti.

Integrativne funkcije u samoupravnom odlučivanju ostvaruju se kroz proces vertikalnog povezivanja različitih interesa i njihovog međusobnog povezivanja i uzajamnog prožimanja, ali istovremeno ona se ostvaruje i kroz značajne oblike horizontalnog povezivanja i integracije različitih interesa osnovnih samoupravnih organizacija i zajednica, koji se ispoljavaju kao izraz društvenih potreba koje nastaju u istoj sferi društvenih odnosa i društvenog organizovanja.

U pogledu načina ostvarivanja funkcija iz ovoga domena ukazujemo na mogućnosti da

se one ostvaruju na jednoj strani u okviru jedne osnovne samoupravne organizacije i zajednice, ali na drugoj strani i u okvirima odnosa osnovnih samoupravnih organizacija i zajednica prema širim oblicima njihovog povezivanja, pa i njihovog mesta u društveno-političkoj zajednici.

Samoupravno odlučivanje deluje i kao činilac integracije u selini ustavnog i političkog sistema, pri čemu se povezivanje u procesu odlučivanja izvodi na procesima povezivanja u sferi društveno-ekonomskih odnosa u procesima različitih vidova udruživanja rada i sredstava.

Politički sistem društva prelaznog perioda je protivrečan, složen i interesno diferenciran sistem društvenih odnosa, institucija i procesa. Politički sistem socijalističkog samoupravljanja je sistem koji ne počiva na egalitarnom društvu, već na društvu koje sobom nosi brojne i raznovrsne društvene protivrečnosti. Takav politički sistem je izraz proizvodnih odnosa na određenom stupnju njihovog društveno-istorijskog razvitka.

Središnja tačka političkog sistema društva prelaznog perioda nameće pitanje: da li samoupravne institucije i procesi koji čine takav politički sistem otvaraju prostore za ostvarivanje osnovnog društveno-istorijskog procesa, procesa oslobodjenja rada a time i oslobodjenja čoveka. Istorijska i društvena funkcija toga sistema je da se kroz njega i putem njega stvore uslovi da se proizvod rada stavi u neposrednu vezu prema njegovom stvaraocu, kao i da stvaralac viška rada bude u poziciji da može odlučivati o raspodeli dohotka u svim odnosima društvene reprodukcije.



ANALIZA EKONOMSKOG PERIODA REZANJA
KOD OBIČNOG REZANJA SA JEDNIM ALATOM

Aristid Perić
Mašinski fakultet
Univerzitet u Sarajevu, Jugoslavija

U radu je data analiza ekonomskog perioda rezanja kod običnog rezanja alatom definisane oštrice. Kao reprezentativno uzeto je periodično rezanje. Analiza je bazirana na jednačini za troškove obrade po komadu u funkciji od postojanosti alata i uticaja učestalosti rezanja. Izvedeni izraz daje jednačinu za ekonomski period rezanja u funkciji od stepena učestalosti rezanja.

1. U V O D

Obrada dijelova na alatnoj mašini za obradu rezanjem vrši se ponavljanjem operacija. Za svaki komad potrebno je glavno i pomoćno vrijeme i stoga alat za vrijeme postojanosti u najviše slučajeva reže periodično. U ovoj analizi, kao reprezentativno, uzeto je obično rezanje sa jednim alatom, definisane oštrice. Pri tome će se zanemariti svaki prekid u rezanju oštrice za vrijeme glavnog vremena usljed geometrije alata i obradka ili mehanizma mašine. Kao bitan faktor uzeće se samo periodično rezanje alata u toku postojanosti, prouzrokovano ponavljajućom promjenom obradka na mašini. Jednostavan primjer takvog običnog rezanja zastupljen je kod operacija struganja i obrade otvora koje se mogu vršiti kao periodično ili kontinualno rezanje alata u toku postojanosti.

Jedna od karakteristika takvog procesa rezanja je stepen učestalosti rezanja [1,2]

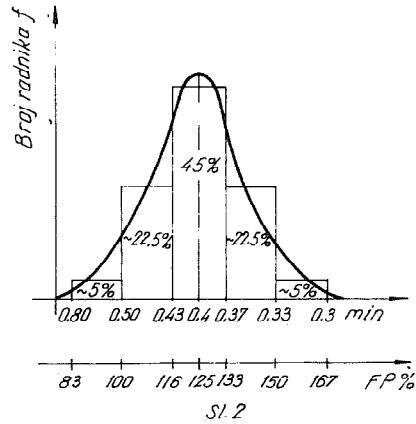
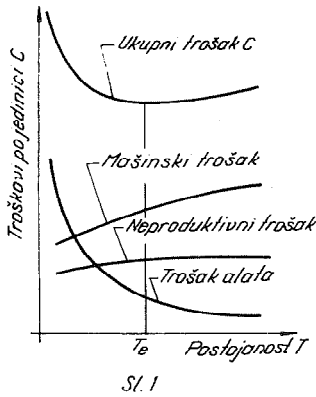
$$I = \frac{1}{1 + \frac{t_{hl}}{t_r}} \quad (1)$$

gdje je t_r - vrijeme rezanja,
 $t_{hl} \leq t_{hl_0}$ - vrijeme hladjenja alata,
 t_{hl_0} - vrijeme hladjenja alata do temperature okoline.

2. IZVOD JEDNAČINE ZA EKONOMSKI PERIOD REZANJA

Za izvod su korištene slijedeće međuzavisnosti:

- povećanje postojanosti alata sa smanjenjem uticaja učestalosti rezanja pri konstantnoj brzini i drugim faktorima,
- konstantan odnos između vremena hladjenja alata i vremena rezanja alata za određeni obradak i raspon brzina rezanja,



- smanjenje neproduktivnog pomoćnog vremena sa porastom brzine rezanja i smanjenjem obradivane površine. Ove medjuzavisnosti utvrđene su na osnovu istraživanja temperature i postojanosti alata kod procesa periodičnog rezanja [1,2,3,4]. Postojanost alata kod periodičnog rezanja može se dati izrazom

$$T = \frac{T_0}{u} \quad (2)$$

gdje je T_0 - postojanost alata kod neprekidnog rezanja, u - uticaj učestalosti rezanja koji je u funkciji od stepena učestalosti rezanja.

Kod datog periodičnog rezanja određenog obradka stepen učestalosti rezanja (1) je konstantan za raspon brzina rezanja i kao rezultat toga, mjerodavna temperatura rezanja na alatu biva konstantna. Povećanje brzine rezanja prouzrokuje odgovarajuće smanjenje vremena hlađenja alata. Pošto je pomoćno vrijeme jednako

$$t_p = t_{H1} + t_E \quad (3)$$

a t_E - vrijeme čekanja alata je konstantno, pomoćno vrijeme treba da opada sa povećanjem brzine rezanja (sl.1),

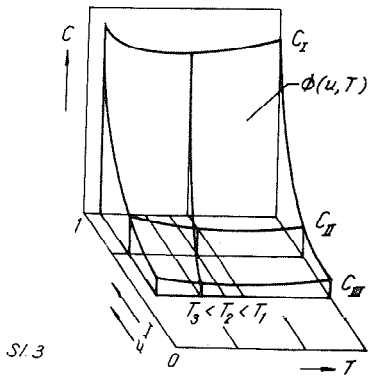
Princip smanjenja neproduktivnog tj. pomoćnog vremena sa povećanjem brzine rezanja zastupljen je u proizvodnoj praksi. Navedeni princip realizuje se u praksi na osnovu raspona ljudskih mogućnosti (sl.2) [5], a njegova primjena stimulirana je sa smanjenjem obradivane površine obradka na neautomatskim mašinama ili je bazirana na potpuno automatskom ciklusu rada kod automata.

Pomenuti princip je prirodan i vodi ka povećanju ritma rada tj. smanjenju vremena ciklusa rada. Promjena ritma rada sa povećanjem brzine rezanja povoljno utiče na proizvodnost i troškove obrade i u skladu je sa ekonomskim zakonitostima u proizvodnji. Primjena principa potpomognuta je stimulativnim nagradjivanjem.

Troškovi obrade po komadu, isključujući troškove materijala, mogu se dati izrazom

$$C = C_M [t_g + t_p + (t_{sm} + \frac{C_A}{C_M}) \frac{1}{N}] \quad (4)$$

gdje je t_g - glavno vrijeme, t_p - pomoćno vrijeme, t_{sm} - vrijeme smjene alata, C_M - puni rashodi eksploatacije radnog mjesta u minuti, C_A - rashodi alata po oštirci i N - broj obradaka obradjenih u toku neke postojanosti



Sl.3

alata.

Radi matematičkog pojednostavljenja može se staviti $K = (t_{sm} + \frac{C_A}{C_M})$.

Onda je

$$C = C_M (t_g + t_p + \frac{K}{N}) \quad (5)$$

Pošto je

$$v = \frac{C_{VT}}{u^m T^m} \quad (6)$$

gdje je C_{VT} i m konstanta i eksponent, dobijaju se slijedeći izrazi

$$t_g = C_1 u^m T^m \quad (7)$$

$$\frac{1}{N} = C_2 u^m T^{m-1} \quad (8)$$

Iz slijedeće jednačine za uticaj učestalosti rezanja

$$u = \sqrt{1 - (I-1)^2} - A \sqrt{1 - (I-1)^2} + A \quad (9)$$

stepen učestalosti rezanja je jednak

$$I = 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{u-A}{1-A}\right)^2}$$

pa je

$$t_{hl} = C_1 u^m T^m \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{u-A}{1-A}\right)^2}}{1 - \sqrt{1 - \left(\frac{u-A}{1-A}\right)^2}}$$

i konačno je vrijeme hlađenja alata

$$t_{hl} = z(u) C_1 u^m T^m \quad (10)$$

Tako se pomoćno tj. neproduktivno vrijeme (3) može dati izrazom

$$t_p = z(u) C_1 u^m T^m + t_c \quad (11)$$

Stavljajući izraze (7), (8) i (11) u jednačinu (5), troškovi obrade po komadu konačno se mogu dati izrazom (sl.3).

$$C = C_M C_1 [u^m T^m + z(u) u^m T^m + \frac{t_c}{C_1} + K u^m T^{m-1}] = \phi(u, T) \quad (12)$$

gdje je $C_1 = f(u)$, $t_c = f(u)$ za $0 < u < 1$.

Uslovi rezanja kada su minimalni troškovi obrade po komadu su

$$\frac{\partial C}{\partial T} = 0$$

kada je

$$[m + mz(u) + (m-1) \frac{K}{T}] = 0 \quad (13)$$

odakle se dobija

$$T_0 = \frac{1-m}{m} K \frac{1}{1+z(u)} \quad (14)$$

Pošto je

$$z(u) = \frac{1-I}{I} = \frac{t_{hl}}{t_r} = \frac{t_{hl}}{t_g} \quad (15)$$

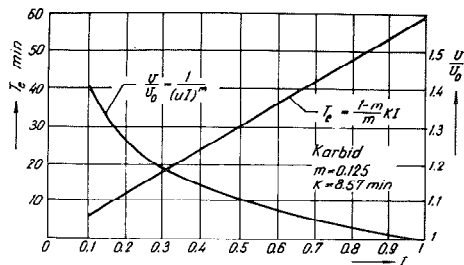
konačno se dobija izraz za ekonomski period rezanja koji glasi

$$T_0 = \frac{1-m}{m} K I \quad (16)$$

Grafički prikaz dobijenog rješenja za ekonomski period rezanja dat je na sl.4.

3. ANALIZA TROŠKOVA OBRADJE PO KOMADU ZA RAZLIČITE OBRADKE KOD OPERACIJE STRUGANJA SA JEDNIM ALATOM

Analiza je izvedena korišćenjem podataka iz tablice 1 a bazirana je na upotrebi jednačine (12) za troškove obrade po komadu.



u	0.66	0.76	0.83	0.88	0.92	0.95	0.97	0.99	~1	1
T_0 (min)	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
$\frac{v}{v_0}$	1.406	1.267	1.19	1.14	1.1	1.07	1.05	1.03	1.01	1

Sl.4

Tabela 1

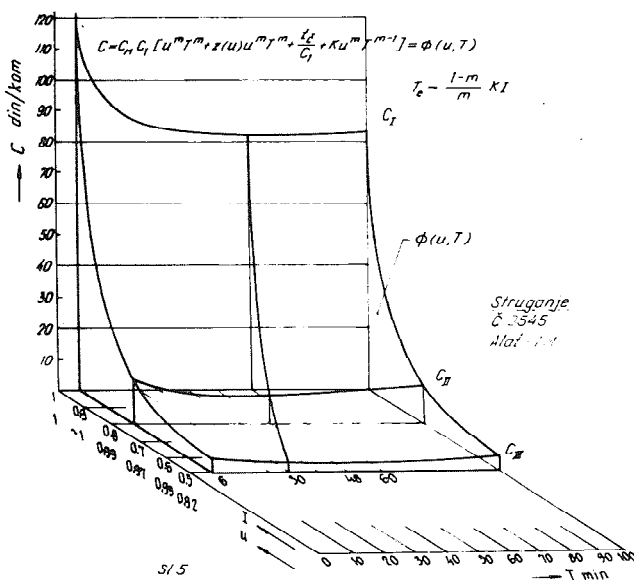
Obrada	No	I	II	III	IV	Strug			
	Mat	C.0545				Alat			
	Dim	C.0545				karbid T15 K6 (P10)			
	D x L mm	511.62 x 2000	100.33 x 850	106 x 214	106.6 x 40	b x h = 20 x 20 mm			
G(N)	1900	500	193	30	I	1	~0.8	0.5	0.2
v_0 m/min	170				C_{T1} din/min	1			
s mm/o	0.315				$C_0 = \frac{L D \pi}{1000 s}$	10200	850	226	42.5
δ mm	1				C_{VT}	284			
$t_0 = t_r$ min	60	5	1.33	0.25	$C_r = C_0 \frac{1}{C_{VT}}$	36	3	0.8	0.15
t_p min	15	3.5	1.82	1	m	0.125			
t_{hl} min	0	~1.33	~1.33	1	t_{sm} min	2			
t_c min	15	2.17	0.49	0	K min	8.57			

Ovom analizom dobijaju se veličine ekonomskog perioda rezanja za pojedini obradak, jednake veličinama koje se mogu izračunati prema izvedenoj jednačini za ekonomski period rezanja (16).

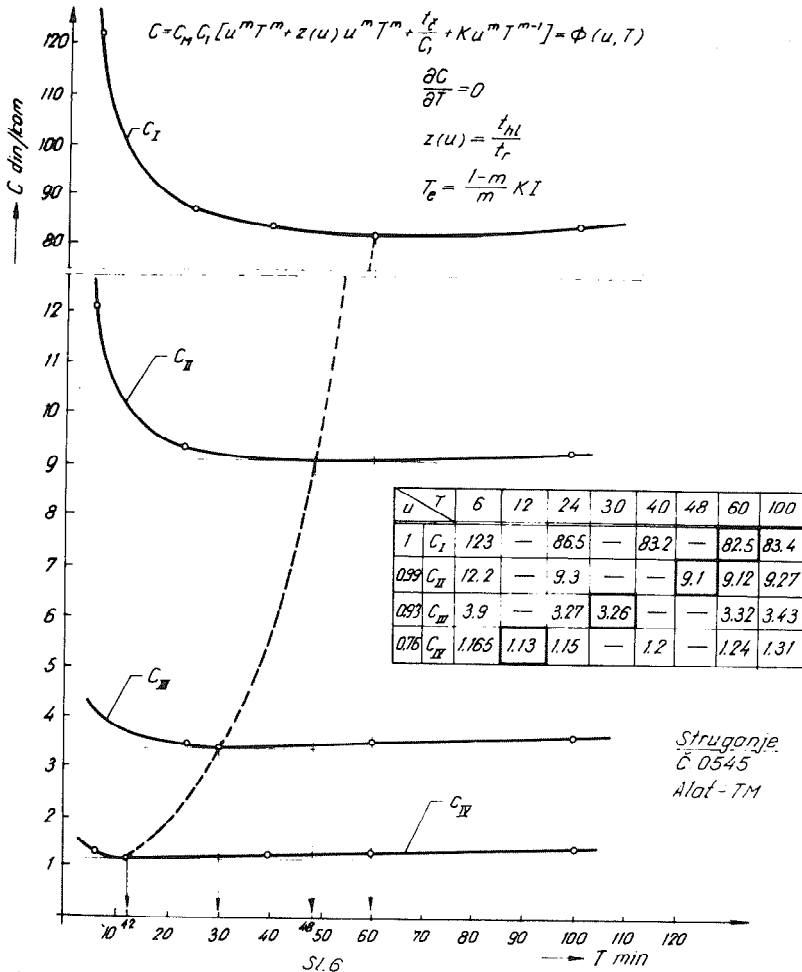
Iz grafičkog prikaza analize (sl. 5 i 6) vidljivo je da se samo prvi obradak proizvodi u uslovima kontinualnog rezanja alata. Obrada ostalih obradaka vrši se u uslovima odredje-

nog periodičnog rezanja, kada je moguće određeno povećanje brzine rezanja tj. proizvodnosti pri minimalnim troškovima obrade po komadu.

Smanjenje pomoćnog vremena do odgovarajućeg ekonomskog perioda rezanja kod drugog, trećeg i četvrtog obradka iznosi 3,11 i 22% a što se može normalno postići u proizvodnji.



Sl. 5



Veličina ekonomskog perioda rezanja (16) može se jednostavno odrediti u praktičnoj operaciji. Prethodni proračun stepena učestalosti rezanja (1) vrši se na osnovu približne vrijednosti graničnog vremena hladjenja alata do temperature okoline i brzine rezanja dopuštene alatom kod kontinualnog rezanja (tabl.1)

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu prethodne analize može se dati slijedeći zaključak: Ekonomski period rezanja kod običnog rezanja sa ječnim alatom definisane oštrice može se izraziti u funkciji od stepena učestalosti rezanja.

LITERATURA

- 1 Perić A., Uticaj različitog toplotnog režima na alatu na fizičke veličine u procesu rezanja, Zavod za alatne mašine u Sarajevu, Sarajevo, 1974.
- 2 Perić A., Prilog istraživanju temperatura pri periodičnom rezanju, Zbornik saopštenja, X savjetovanje proizvodnog mašinstva, Beograd, 1975.
- 3 Perić A., Istraživanje tehnoloških faktora u procesu rezanja u uslova obrade podobnim proizvodnoj praksi, Zavod za alatne mašine u Sarajevu, Sarajevo, 1977.
- 4 Perić A., Periodično rezanje, temperature i postojanost alata. Zbornik saopštenja, XIII Savjetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Banja Luka, 1979.
- 5 Barnes M.R., Motion and time study, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1958.



RAZVOJ CAM SISTEMA U SOUR RADE KONČAR

DUŠAN PETROVIĆ, TIHOMIR SAIK

RO "Rade Končar - Razvoj proizvoda i proizvodnje"

Služba za razvoj proizvodnje

Pallerovo šetalište 22, Zagreb, Jugoslavija

U radu se iznose dosadašnji rezultati na istraživanju i razvoju CAM (Computer Aided Manufacturing) sistema u SOUR "Rade Končar". Sistem se razvija za tehnološke operacije bušenja, razbušivanja, razvrtavanja i glodanja i radne predmete oblika kutije, bloka ili ploče. Daje se novi pristup koji se ogleda u stavljanju alatnog stroja u prvi plan i stvaranju modularnog interaktivnog paketa programa za automatsko projektiranje tehnoloških procesa.

1. UVOD

Pored permanentnog nastojanja za racionalizacijom proizvodnje, u posljednje vrijeme čine se značajni napori u pravcu racionalizacije aktivnosti koje toj proizvodnji predhode. Posebno mjesto među aktivnostima koje predhode proizvodnji zauzima projektiranje tehnoloških procesa na je razumljiv interes i nastojanja koja se u svijetu čine na rješavanju tog problema.

Na osnovi izvršene analize razvijenih sistema u svijetu (1) može se onćenito konstatirati da postoje programski sistemi za automatsko projektiranje tehnoloških procesa

orijentirani konvencionalnim alatnim strojevima, kao i oni orijentirani NC - alatnim strojevima. Prema podjeli izvršenoj u TH Aachen, svi sistemi za automatsko projektiranje tehnoloških procesa, zavisno od primjenjene metode, dijele se na:

- a) sistemi generiranja (metoda generiranja)
- b) varijantni sistemi (varijantna metoda)

Dok metoda generiranja zahtijeva opis radnog predmeta pomoću simboličkog jezika, varijantna metoda se zasniva na sličnosti dijelova koji se obrađuju.

Od poznatijih sistema orijentiranih konvencionalnim alatnim strojevima treba spomenuti norveški sistem AUTOPROS (2) i mađjarski TAUPROG (1).

Za NC - alatne strojeve danas u svijetu egzistira oko 150 različitih sistema (4) a najpoznatiji su svakako: APT, ADAPT, EXAPT, GTL, MITURN, AUTOSPOT, AUTOPIT (3) itd.

2. RAZVOJNI KONCEPT

Razvojni koncept sistema za automatsko projektiranje tehnoloških procesa na kojem se radi u "Rade Končaru", nastavljen je tako da je primjenljiv i za konvencionalne i za NC - alatne strojeve. Sastoji se od modula koji su međusobno povezani glavnim programom i zasniva se na interaktivnom radu čovjek - elektroničko računalo.

Na osnovi simboličkog jezika (1) moguće je predstaviti crtež radnog predmeta izvornim programom kao ulazom u elektroničko računalo. Razradjeni su i testirani principi pisanja izvornog programa čija korektnost se ispituje u kontrolnom modulu sistema za automatsko projektiranje tehnoloških procesa. Razvijen je i testiran modul za interaktivni izbor alatnog stroja (5) čiji je jedan izlaz prikazan na Slici 3.

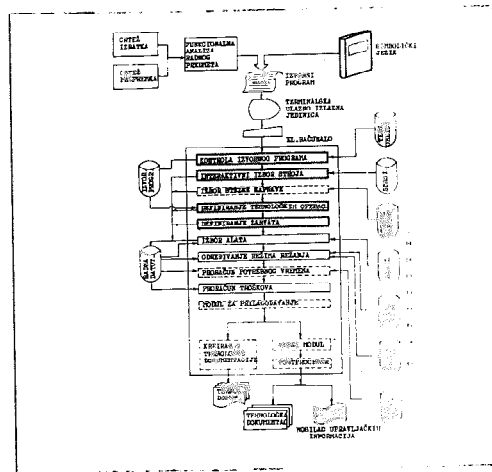
Kad je alatni stroj izabran, tada se na osnovi izvornog programa (ULAZNA LISTA) iz sistema automatski dobije

IZLAZNA LISTA koja sadrži sve relevantne informacije o tehnološkom procesu, potrebne za daljnju obradu.

Izbor alata i režima rezanja vrši se u modulu za izbor alata i režima rezanja a proračun potrebnog vremena i troškova u slijedeća dva modula.

Kreiranje izlaznih dokumenata na osnovi prethodnih informacija vrši se u modulu za kreiranje tehnološke dokumentacije a izlazne informacije za numerički upravljane alatne strojeve dobiju se u obliku bušene trake prolazom kroz vezni modul i postprocesor.

Dijagram toka sistema za automatsko projektiranje tehnoloških procesa prikazan je na Slici 1., s tim, da su punom debelom linijom označeni segmenti sistema koji su do sada razvijeni i instalirani na elektroničko računalo IBM 34, punom tankom



Slika 1. Dijagram toka

linijom segmenti na kojima se radi ili su djelomično razvijeni, a tankom crtkanom linijom segmenti (moduli) sistema koji još nisu razradjeni.

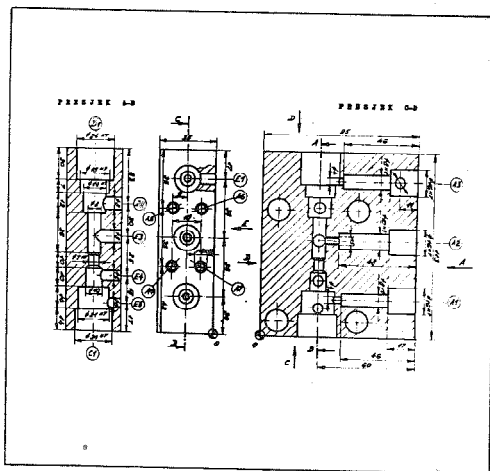
Sa desne strane Slike 1. prikazane su datoteke koje je potrebno uspostaviti da bi sistem funkcionirao, dok su sa lijeve strane prikazane datoteke izvornih programa i radna datoteka. Funkcija datoteke izvornih programa sastoji se u tome da se jednom napisan izvorni program sačuva, kako bi se u bilo koje vrijeme na osnovi njega projektirao za isti radni predmet varijantni tehnološki proces.

U radnu datoteku pohranjuju se svi relevantni podaci o konkretnom tehnološkom procesu koji se trenutno projektira.

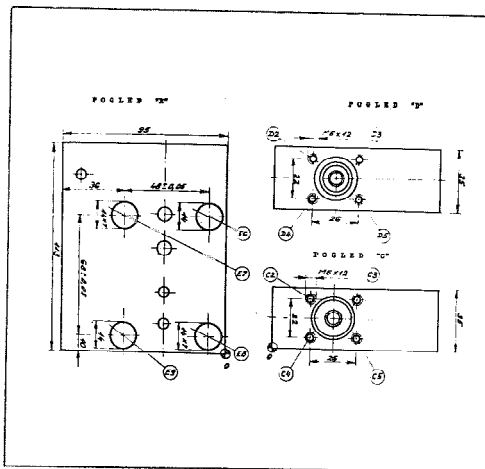
3. TEST PRIMJER

Za verifikaciju razvojnog koncepta testiran je radni predmet prikazan na Slici 2a. i 2b. Izabrani alatni stroj na kojem će se obradivati ovaj radni predmet jeste NC - obradni centar Tip HORIZON 12 firme OLIVETTI, koji se u "PREGLEDU STROJEVA ZA RADNI PROSTOR" na Slici 3. nalazi pod rednim brojem 3.

Izbor pogodnog alatnog stroja (5), inače, vrši se u modulu za izbor alatnog stroja postavljanjem zahtjeva u interaktivnom dijalogu čovjek - elektroničko računalo. Pri tome je potrebno poznavati ili tip



Slika 2a. Testirani radni predmet



Slika 2b. Testirani radni predmet

stroja ili naziv proizvođača ili potreban radni prostor.

Upisom tipa stroja na sliku ekrana dobit će se tehničke karakteristike promatranog stroja koje se prikazuju u sedam ekranskih izlaza pri čemu je moguće vršiti prijelaz sa jednog prikaza na drugi bilo prema naprijed

PREGLED STROJEVA ZA RADNI PROSTOR
2x 200 7x 300 2P-100

REDNI BROJ	NAZIV PROIZVOĐAČA	TIP STROJA	UPR. TOČNOSTI	POZICIJA
1	PROVHALEKA	DEW-300CH/2P	MIS 0.010	0.010 0.010
2	PROVHALEKA	DEW-300CH/2P	MIS 0.010	0.010 0.010
3	OLIVETTI	MIRACON 1	MIS 0.010	0.010 0.010
4	BORNHARDT-NEHER	METRO	MIS 0.020	0.020 0.020
5	BORNHARDT-NEHER	METRO	MIS 0.020	0.020 0.020
6	BECKEL	VAGG	MIS 0.020	0.020 0.020
7	BECKEL	VAGG	MIS 0.020	0.020 0.020
8	MADELLI	REGENT ZIFERA 1000	MIS 0.010	0.010 0.010
9	SCOTTI	CPM	MIS 0.015	0.015 0.015
10	CINCINNATI MILACON	CPM	MIS 0.015	0.015 0.015
11	TORNIA WOODS CO.	CPM	MIS 0.015	0.015 0.015
12	CINCINNATI MILACON	CPM	MIS 0.015	0.015 0.015

PRECHODNI PROJEKT - 1000
MATEMAT. PODATAK - CADI
IZRAZ STROJA - CADI
UMIS PODATAK - EXTER

UPISUJE REDNI BROJ IZBRANOG STROJA

Slika 3. Pregled strojeva za radni prostor

ili prema natrag.

Ukoliko korisnik ne poznaje tip stroja a poznat mu je proizvođač, upisom na ekran naziva proizvođača dobit će se na ekranu "PREGLED STROJEVA PROIZVOĐAČA". Na osnovi ovog pregleda korisnik se može odlučiti za jedan tip stroja željenog proizvođača i za njega dobiti pregled tehničkih karakteristika na prethodno opisani način.

Ako se do tipa stroja želi doći preko radnog prostora, onda se za zadani radni prostor na ekranu dobije "PREGLED STROJEVA ZA RADNI PROSTOR", dok se pregled tehničkih karakteristika jednog od ponudjenih strojeva dobije upisom rednog broja stroja prikazanog na ekranu. Izabrani alatni stroj upisuje se u radnu datoteku a njegove tehničke karakteristike koriste se u ostalim moduli-

ma sistema za automatsko projektiranje tehnoloških procesa. Veza između konstrukcionog crteža radnog predmeta i elektroničkog računala jesu oznake ploha i točkica obrađene po ploham. Plohe se označavaju velikim slovima abecede a točke obrade nose oznaku plohe u kombinaciji sa brojkom (na nr. A2, C4 itd.).

KLATNA LISTA

NAZIV ORGANA "RANE KONJAK" STR. BR. 1. NI 4120447
NAZIV STROJA "MIRACON 1" MATEMAT. 35
PROJEKCIJAS: PLOTAGET TORNIA 200 HP
DATUM: 10.03.1981. MATEMAT. ZA OBRADU: 4 NI

Nr.	STROJ	PROIZVOĐAČ	UPR. TOČNOSTI	POZICIJA
1	TORNA A1	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
2	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
3	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
4	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
5	TORNA A2	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
6	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
7	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
8	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
9	TORNA A3	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
10	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
11	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
12	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
13	TORNA A4	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
14	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
15	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
16	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
17	TORNA A5	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
18	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
19	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
20	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
21	TORNA A6	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
22	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
23	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
24	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
25	TORNA A7	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
26	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
27	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
28	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
29	TORNA A8	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
30	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
31	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
32	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
33	TORNA A9	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
34	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
35	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
36	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00

Slika 4. Izvorni program

KLATNA LISTA

NAZIV ORGANA "RANE KONJAK" STR. BR. 1. NI 4120447
NAZIV STROJA "MIRACON 1" MATEMAT. 35
PROJEKCIJAS: PLOTAGET TORNIA 200 HP
DATUM: 10.03.1981. MATEMAT. ZA OBRADU: 4 NI

Nr.	STROJ	PROIZVOĐAČ	UPR. TOČNOSTI	POZICIJA
1	TORNA A1	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
2	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
3	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
4	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
5	TORNA A2	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
6	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
7	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
8	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
9	TORNA A3	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
10	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
11	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
12	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
13	TORNA A4	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
14	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
15	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
16	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
17	TORNA A5	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
18	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
19	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
20	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
21	TORNA A6	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
22	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
23	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
24	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
25	TORNA A7	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
26	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
27	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
28	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
29	TORNA A8	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
30	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
31	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
32	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00
33	TORNA A9	2x 24.00	2x 17.00	2x 21.00
34	MIRACON 01	2x 19.00	2x 0.00	2x 0.00
35	PREGLE 01	2x 31.00	2x 0.00	2x 0.00
36	MIRACON 01	2x 0.00	2x 0.00	2x 0.00

Slika 5. Izlazna lista

Odredjuje se koordinatni sistem radnog predmeta a položaj svake točke obrade na radnom predmetu definiran je koordinatama x, y, z s obzirom na ishodište "0".

Dio izvornog programa (ULAZNA LISTA) za testirani radni predmet prikazan je na Slici 4., a izlazne informacije iz sistema (IZLAZNA LISTA) na Slici 5. Za svaku elementarnu operaciju (zahvat) po točkama obrade dobivaju se slijedeće informacije:

- oznaka i položaj mjesta obrade
- naziv elementarne operacije
- naziv alata
- materijal alata
- promjer alata
- broj prolaza alata
- brzina rezanja
- broj okretaja
- posmak
- brzina posmaka
- dužina puta alata sa radnim posm.
- tehnološko vrijeme
- tehnološko vrijeme za sve prolaze

4. ZAKLJUČAK

Postavljeni razvojni koncept i njegova verifikacija preko testiranog radnog predmeta, ohrabruju, i ukazuju na daljnji razvoj sistema. Potrebno je zaključno konstatirati, da ulaz u sistem predstavljaju isključivo geometrijske informacije dobivene sa crteža radnog predmeta, a da izlaz iz sistema sadrži tehnološke informacije uključujući i tehnološko - ekonomsku optimizaciju

obradnog procesa.

LITERATURA

1. Petrović, D., 1979, Prilog razvoju sistema za projektiranje kompleksnog tehnološkog procesa za sistem oblikovanja proizvoda, Magistrski rad (Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje).
2. Milačić, R.V., 1971, Tehnološki sistemi, Beograd, IAMA.
3. Olesten, N.O., 1970, Numerical control, New York, John Wiley & Sons.
4. Oudolf, W.I., Hasselt, R., 1976, Development of a Programming System for NC Machining Centers, Annals of the CIRP, Vol. 25/1/1976.
5. Petrović, D., Saik, T., 1980, Modul za izbor alatnog stroja u sistemu za automatsko projektiranje tehnoloških procesa, Seminar BIAM '80, Zagreb.

KOMPLEKSNA KONTROLA
KARAKTERISTIKA KVALITETA REZNOG ALATA

BRANKO Z. POPOVIĆ
MILAN D. PAVLOVIĆ

INSTITUT ZA INDUSTRIJSKE SISTEME
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
UNIVERZITET U NOVOM SADU, JUGOSLAVIJA

Kvalitet proizvoda obuhvata pojedine kvalitete konstrukcije, izrade i eksploatacije, koje potpuno definišu skupovi karakteristika kvaliteta i stepeni njihovog zadovoljenja. Ovako definisanje kvaliteta otežava veliki broj mogućih karakteristika pa se i danas primenjuju opisne i subjektivne ocene. Ako se, međutim, umesto korišćenja svih karakteristika izaberu samo važnije upotrebne i proizvodne karakteristike onda se u ovakvoj kompleksnoj kontroli može da dodje do kvaliteta proizvoda, koji dalje omogućava i upravljanje kvalitetom. Polazeći od ove ideje autori koriste svoje dugogodišnje iskustvo u ispitivanju reznog alata za postavljanje kompleksne kontrole kvaliteta reznog alata, koji omogućava pristup ka upravljanju kvalitetom.

1. UVOD

Jugoslovenska proizvodnja reznog alata koncentrisana je u nekoliko gradova. Alate od brzoreznog čelika proizvode: Jugoalat - Novi Sad, Fabrika reznog alata - Čačak, Industrija alata - Trebinje i Crvena zastava - Kragujevac. Alate od tvrdog metala proizvode: Sintal - Zagreb i Prvi partizan - Titovo Užice.

Sada se već postiže zavidan obim proizvodnje i 50% alata se izvozi na strano tržište jer je postignut izvestan nivo kvaliteta.

U proteklom periodu autori su radili na istraživanju kvaliteta različitih vrsta domaćeg reznog alata: ureznika /1/, provlakača /2/, glodala i testera /3/, /12/, razvrtača /6/, burgija /8/ i utiskivača /9/. Istraživan je alat od brzoreznog čelika iz Čačka, Trebinja i Novog Sada, pa se može smatrati da je obuhvaćen sav domaći alat.

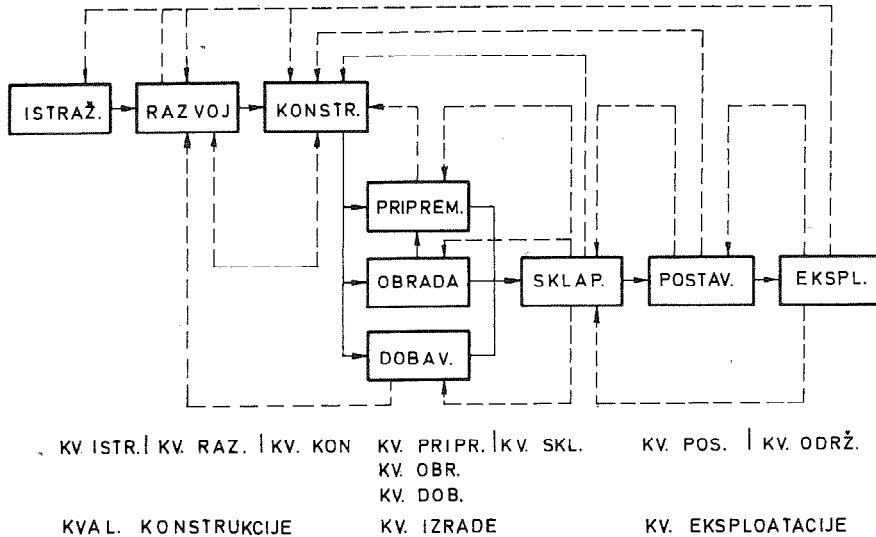
U ovom saopštenju opisuje se primenjan postupak kompleksne kontrole izvesnih karakteristika kvaliteta reznog alata, koji je omogućio sagledavanje problema u proizvodnji kao i unapredjenje kontrole kvaliteta reznog alata.

2. KVALITET REZNOG ALATA

Kvalitet reznog alata, obzirom na proces proizvodnje, obuhvata kvalitete: konstruisanja, izrade i eksploatacije. Ako se prema shemi toka informacija o kvalitetu analiziraju mesta formiranja kvaliteta, kao na slici 1., tada se može uočiti da se svaki od ovih kvaliteta sastoji još od nekoliko drugih. Kvalitet konstruisanja čine kvaliteti: istraživanja tržišta, razvoja i konstrukcije alata. Kvalitet izrade čine kvaliteti: tehnološke pripreme, obrade, dobavljanja materijala i sklapanja alata. Kvalitet eksploatacije čine kvaliteti: postavljanja i održavanja alata.

Kvalitet alata, može se reći, predstavlja stepen zadovoljenja očekivanja kupca u pogledu karakteristika ili svojstva alata. Stepem zadovoljenja očekivanja kupca predstavlja razliku između očekivanja kupca i postignute karakteristike kvaliteta alata. Karakteristike kvaliteta alata mogu se razvrstati na: proizvodne i upotrebne karakteristike.

Proizvodne karakteristike alata određuju kvaliteti konstruisanja i izrade. Karakteristike kvaliteta konstruisanja su: obim, dubina, tačnost



Slika 1.

i pouzdanost istraživanja tržišta alata, zatim širina sagledavanja i savremenost pri postavljanju razvoja alata kao i preciznost i tehnološkičnost konstrukcije alata. Karakteristike kvaliteta izrade su: razradjenost i tačnost tehnološke pripreme, ostvarena tačnost i preciznost oblika i dimenzija kao i klasa površinske hrapavosti, snabdevenost preko dobavljača i ostvarena tačnost i preciznost pri sklapanju alata.

Upotrebne karakteristike alata određuju kvalitet postavljanja i eksploatacije. Karakteristike kvaliteta postavljanja su: tačnost i preciznost postavljanja alata na mašini. Karakteristike kvaliteta održavanja su: tačnost i preciznost u održavanju alata i postizanju izvesne efektivnosti alata. Efektivnost alata određuju: raspoloživost alata (zavisno od operativne gotovosti i planiranih zastoja), pouzdanost alata kao i funkcionalna podobnost alata za uspešno prilagodjavanje uslovima okoline, u datom vremenu.

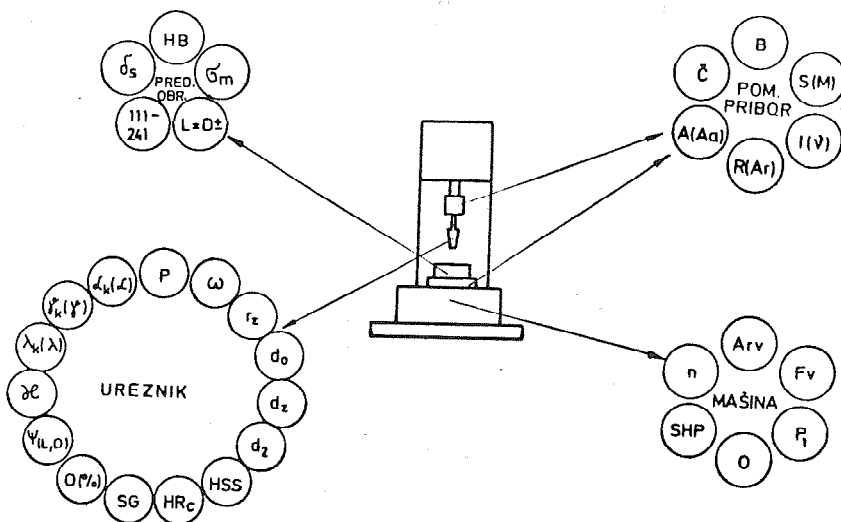
3. KONTROLA KARAKTERISTIKA KVALITETA

Kontrola karakteristika kvaliteta, zavisno od vrste alata, može da obuhvata znatan broj posmatranih veličina pa se mora vršiti izbor. Među posmatranim reznim alatima

najveći broj sečiva ima provlakač ali je složeniji mašinski urezник, zbog neslobodnih sečiva na zupcima po zavojnici i problema smeštaja strugotine, pa će se on uzeti kao reprezentant.

Na obradnom sistemu prema slici 2. treba kontrolisati bar 32 karakteristike kvaliteta: 5 za predmet obrade, 15 za rezni alat, 6 za pomoćni pribor i 6 za mašinu. Na alatu treba kontrolisati geometrijske elemente kao što su dužine d_1, d_2, d_3, r_1, r_2 i p zatim uglovi ω, χ i γ kao i kinematički uglovi rezanja α, γ_k i λ_k . Materijal alata treba kontrolisati u pogledu vrste brzoreznoć čelika "HSS" a termičku obradu u pogledu tvrdoće "HRC", veličine zrna po Snyder-Graphu "SG" i procenta zaostalog austenita "O". Ove karakteristike kvaliteta nastaju u proizvodnji i predstavljaju skup proizvodnih karakteristika.

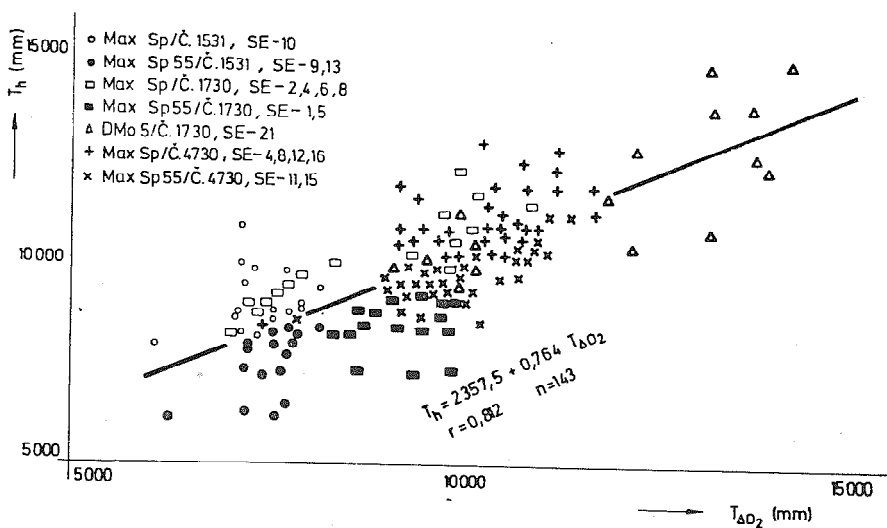
Upotrebne karakteristike kvaliteta takodje mogu imati veći broj posmatranih veličina ali može biti dovoljno ako se posmatra samo postojanost T i pouzdanost R alata. Postojanost alata može se odredjivati pomoću različitih metoda pri čemu se na osnovu prethodnih istraživanja uočavaju metodi: T_{AD} tačnosti obrade, T_H habanja, T_M obrtnih momenata, T_k



Slika 2.

kontrolnika i T_{ul} lomova alata. Ureznik je alat za završnu obradu pa se metod habanja redje može da primeni. Umesto tog primenjuje se metod tačnosti obrade pa su dobijeni

pouzdaniji rezultati. Na slici 3. prikazana je korelacija između oba metoda na osnovu $n=143$ poredjenja sa velikim koeficijentom $r=0,812$ korelacije.



Slika 3.

Primena pojedinog metoda zavisi od vrste i čvrstoće materijala, a i od oblika obradivane površine. Na slici 4. prikazana je tablica sa preporučanim metodama za određivanje pos-tojanosti alata kao i sa njihovim prioritetima.

nog alata u Čačku na ureznicima /7/. Pregled ostalih istraživanja prikazan je u tablici na slici 5, pri čemu se može uočiti izvestan kontinuitet u istraživanju.

Pregled istraživanja omogućava uočavanje sledećih činjenica: ispitivani

Red. broj	OBRADIVANI MATERIJAL	+	+	+	-	-	-
1.	Čelik ($\sigma_m < 45 \text{ kN/cm}^2$)	$T_{\Delta O_2}$	$T_{\Delta O_2}$	T_m	T_m, T_{ul}	T_m	T_m, T_{ul}
2.	Čelik ($\sigma_m < 70 \text{ kN/cm}^2$)						
3.	Čelik ($\sigma_m < 90 \text{ kN/cm}^2$)						
4.	Čelik ($\sigma_m > 90 \text{ kN/cm}^2$)	$T_h, T_{\Delta O_2}$	$T_h, T_{\Delta O_2}$	T_h, T_m	T_m, T_k, T_{ul}	T_m, T_k	T_m, T_k, T_{ul}
5.	Specijalni čelik						
6.	Čelici liv						
7.	Temper liv						
8.	Sivi liv	T_h, T_{ul}	T_h, T_{ul}	T_{ul}	T_k, T_{ul}	T_m, T_{ul}	T_k, T_{ul}

Slika 4.

Primenjene oznake pogodnosti otvora za obradu su:

+ prolazni a - neprolazni otvor, a kod dvostrukih znakova:

prvi znak označava - prolaznost otvora a drugi - mogući prostor za smeštaj strugotine.

4. KOMPLEKSNA KONTROLA KVALITETA

Kompleksna kontrola kvaliteta reznog alata zasniva se na određivanju funkcija između proizvodnih i upotreb-nih karakteristika alata pa se ovom kontrolom utvrđuje stepen kvaliteta konstruisanja i izrade u odnosu na kvalitet eksploatacije. Uzimajući samo jednu upotrebnu karakteristiku i više proizvodnih karakteristika može se izračunati višestruka funkcija regresije odnosno višestruki koeficijent R linearne korelacije /4/ i /5/.

Izbor karakteristika za funkciju regresije vrši se na osnovu prethodne analize obradnog sistema i detaljnijeg proučavanja rada alata. Najlakše je ako se uzme postojanost alata

od upotrebnih karakteristika kao zavisno promenljiva a sve ostale proizvodne karakteristike kao nezavisno promenljive.

U proteklom periodu ovaj postupak kompleksne kontrole primenjen je prvi put još 1972. godine u Fabrici rez-

su različiti rezni alati, korišćeni su proizvodi sva tri domaća proizvo-djača reznog alata za otvore, utrošeno je 278 alata u istraživanju, uzorci su bili po 60 primeraka i pos-matrano je 11-21 raznih karakteristika kvaliteta. Dobijeni su veliki koeficijenti korelacije a višestruke regresije su omogućile ukazivanje na pravce mogućih poboljšanja kvalite-ta /11/.

Međutim, pre neposredne primene metoda mora se izvršiti potrebno korigovanje procesa obrade, sa analiza-ma: normalnosti rasporeda mera, stabilnosti procesa i podešavanjem o-bradnog sistema /12/. Ilustrativan primer prikazan je na slici 6, kod izrade glodala. Normalnost rasporeda mera dokazuje se aproksimacijom pomoću Henry-jeve prave, sa širinom procesa $Q=0,0978 \text{ mm}$. Izračunavanjem mogućnosti procesa dobija se $M \approx Q$ pa se zaključuje da je proces stabilan. Preostaje još samo podešavanje obrad-nog sistema za veličinu greške jer se proizvodi 1,2% popravljivog i 12% nepopravljivog škarta.

5. ZAKLJUČAK

Određivanje kvaliteta reznog alata predstavlja važan zadatak pri saqle-davanju proizvodnog uspeha radne or-ganizacije. Kvalitet alata karakte-rišu mnogobrojne proizvodne i upotre-bne karakteristike a kompleksna kont-rola ih uzajamno povezuje. Primenje-

Red. br.	ALAT	RO	God.	n	i
1.	Maš. urez. M6	FRA-Čačak	1972.	60	21
2.	Maš. urez. M5	IAT-Trebinje	1974.	63	11
3.	Spir. burg. $\Phi 8,5$	FRA-Čačak	1976.	35	11
4.	Vret. glodalo	JAL- N. SAD	1980.	60	20
5.	Glod. za T-žljeb	JAL- N. SAD	1980.	60	20

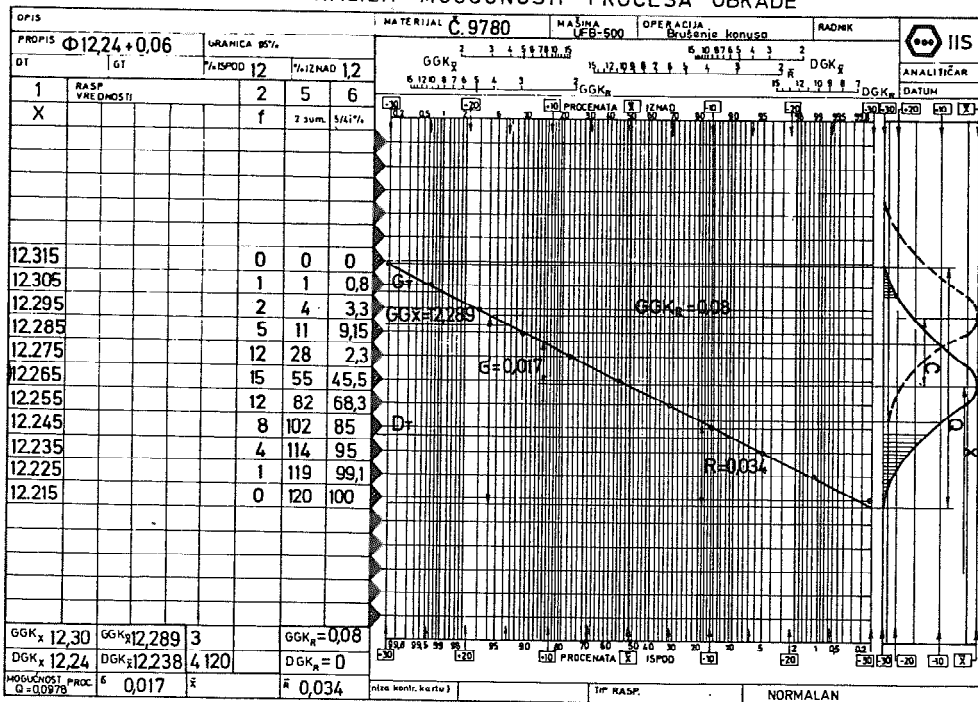
Slika 5.

na višestruka regresija omogućava uočavanje pravca za poboljšanje kvaliteta konstrukcije i izrade reznog alata.

Proizvedena istraživanja domaćeg rez-

nog alata potvrdila su primenljivost metoda u proizvodnim uslovima. Sem izvesnih pojednostavljenja metod za sada neće biti menjan ali će se i dalje raditi npr. za smanjenje veličine uzorka.

ANALIZA MOGUĆNOSTI PROCESA OBRADE



Slika 6.

LITERATURA

- /1/ B.Popović, Metoda ispitivanja reznih mogućnosti ureznika, Zbornik radova IV Savjetovanja proizvodnog mašinstva, Sarajevo (1968) 7,1-16
- /2/ B.Popović i dr., Uvodna analiza i ispitivanje procesa obrade provlačenjem, Elaborat IAMA br. 80/68, Beograd (1968) 66 str. 64 pril.
- /3/ J.Stanić, B.Popović, S.Zahar, R.Mitrović, Uporedno ispitivanje tri različita sredstva za hlađenje i podmazivanje alata na glodalici, Elaborat IAMA br. 100/I/68 i br.100/II/69, Beograd (1968, 1969)
- /4/ B.Popović, M. Jauković, The Function of Multiple Corelation in Quality Control, Proceedings of the 6th Yugoslav International Symposium on Information Processing, PCIP, Bled (1970) F 4.4. 1-8
- /5/ B.Popović i dr., Odredjivanje višestruke korelacije u kontroli kvaliteta, Elaborat IAMA br.179/72, Beograd (1972) 44 str. 105 pril.
- /6/ B.Popović, Obrada razvrtnjem, Projekat SIO, Elaborat br. 208/73, Beograd (1973) 97-106
- /7/ B.Popović i dr., Kompleksna kontrola kvaliteta ureznika, Elaborat IAMA br. 263/74, Beograd (1974) 31 str., 55 pril.
- /8/ B.Popović, R.Milošević, Statističko ispitivanje burgija, Zbornik radova MMA'76, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad (1976) 127-138
- /9/ B.Popović, S.Grujin, Problemi utiskivanja navoja, Zbornik na trudovi XI jugoslovensko savetovanje na proizvodstveno mašinstvo, Ohrid (1977) 342-353
- /10/ B.Popović, B.Kamberović, Kompleksna kontrola kvaliteta reznog alata, Zbornik radova XIV jugoslovensko savetovanje o kvalitetu, Priština (1980) 1-11
- /11/ B.Popović, S.Vlahović, B.Kamberović, Karakteristike kvaliteta reznog alata, Zbornik radova XIV Saveovanja proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Čačak (1980) 336-347
- /12/ B.Popović i dr., Unapredjenje metoda za merenje i upravljanje kvalitetom proizvoda, Institut za industrijske sisteme, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad (1980) 1-862.

ANALIZA OSNOVNIH RAZLIKA IZMEDJU KLASIČNOG PREDUZEĆA I ORGANIZACIJE UDRUŽENOG RADA

Siniša Radlovački
Branislav Marić

Institut za industrijske sisteme
Fakultet tehničkih nauka
Univerzitet u Novom Sadu, Jugoslavija

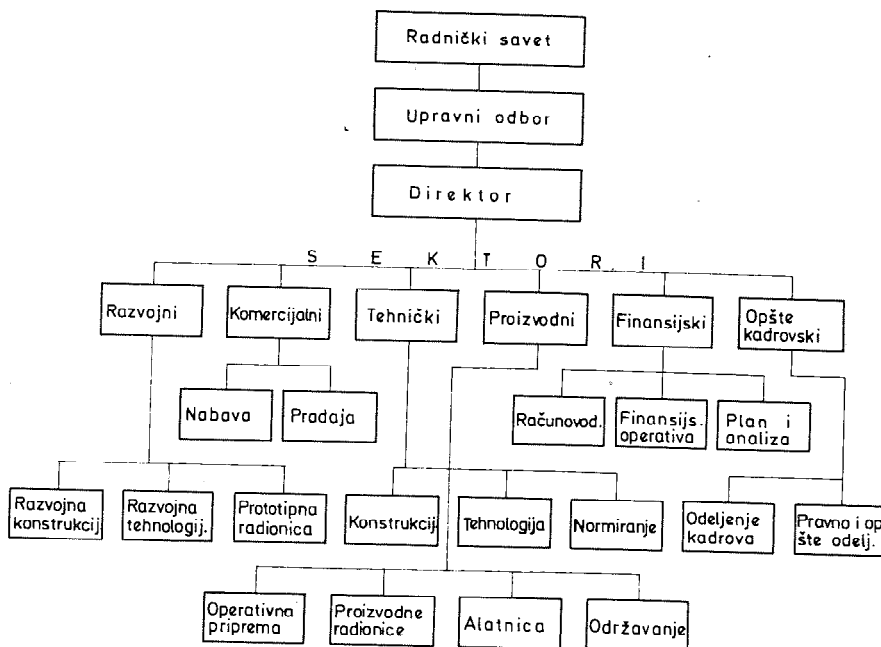
U radu se analiziraju fundamentalne razlike između klasičnog preduzeća i organizacije udruženog rada. Podloga za analizu jeste položaj čoveka u organizaciji, njegova motivacija za rad i učešće u procesu donošenja odluka kao osnovnim pravcima istraživanja savremenih teorija o organizacijama.

1.0. OPIS PROBLEMA

Ustavom SFRJ od 1974. godine uvedeni su u teoriju i praksu organizacije neki novi pojmovi. Ovi pojmovi svojom suštinskom logičkom strukturom određuju jedan novi model organizacije. Proizvodna organizacija u smislu kojom je opisuju teorije o organi-

zacijama u Jugoslovenskom sistemu se javlja ne samo kao "organizacija preduzeća", nego i kao socijalno društvena struktura [1].

Ova činjenica upućuje na potrebu istraživanja u dva osnovna pravca. Prvi, koji bi postavio teorijske osnove nove organizacije u skladu sa datom definicijom i drugi

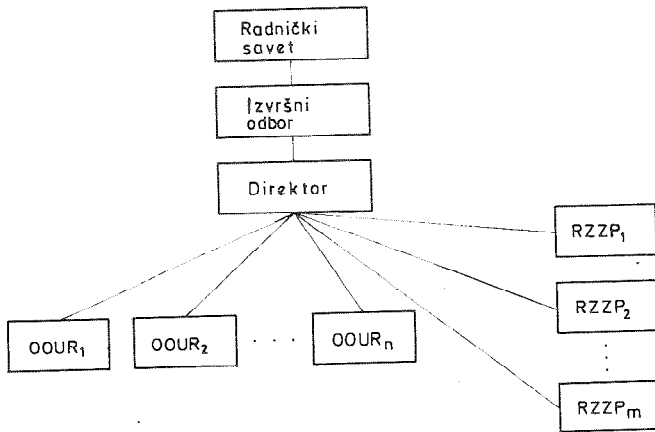


Slika 1.

na sistematsko istraživanje razlika između klasičnih preduzeća i organizacije udruženog rada. Razume se da istraživanja samo preko organizacijskih struktura u oba slučaja ne mogu dati adekvatan rezultat ošto organizacijske strukture i u grafičkim i u tekstualnim iskazima ne mogu u potpunosti da prikažu aktivnost jednog četvordimenzionalnog sistema kakav je organizacija. Za prvi pristup pokušajmo sa elementarnom analizom grafičkih prikaza tipičnog preduzeća i istog takvog preduzeća transformisanog u organizaciju udruženog rada u Jugoslovenskim uslovima (istraživanje se odnosi na organizacije u industriji) sl.1 i 2.

Potrebno je zbog suštine problema izvršiti identifikaciju tih razlika i širom analizom utvrditi njihov karakter i suštinu.

Podjimo od jedne od definicija cilja svake proizvodne organizacije sa gledišta opšte teorije sistema. Proizvodne organizacije kao sistemi veštački, ljudskom rukom stvoreni i otvoreni prevashodno treba da proizvodnjom određenih roba zadovolje materijalne potrebe društva kao svoje šire okoline. Sa gledišta ove komponente cilja irelevantan je društveni karakter te okoline. Komponenta drugog reda opšteg cilja je da se prodajom roba na tržištu dobije novac za zadovoljenje potreba organizacije i njezinih

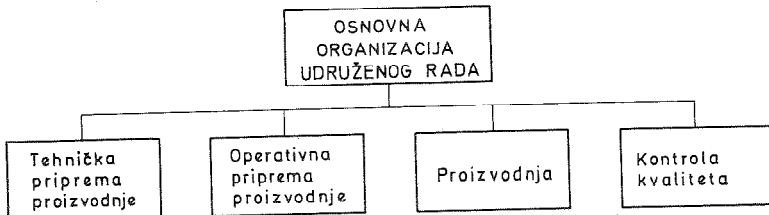


Slika 2. |2|

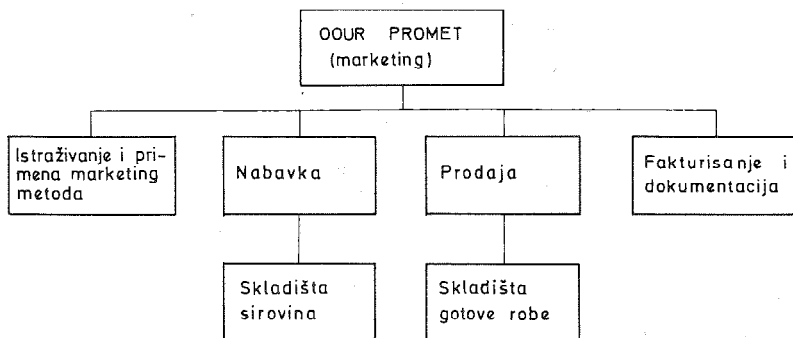
Formalno uzev ako izvršimo prikaze pojedinih podsistema u sistemu organizacije udruženog rada kako je prikazano na slikama 3-8 lako su prepoznatljivi sektori klasičnog preduzeća u OOUR-ima i radnim zajednicama zajedničkih poslova u strukturi organizacije udruženog rada, što upućuje na zaključak da se ovakvom formalističkom analizom ne mogu certifikovati neke fundamentalne razlike između klasičnog preduzeća i organizacije udruženog rada u industriji.

članova (ponavljanje procesa reprodukcije, održavanje i rast sistema i materijalne potrebe članova organizacije - lični dohodak, plate). U ovoj komponenti javlja se jedna od fundamentalnih razlika između klasičnog preduzeća i organizacije udruženog rada, a to je sudbina viška vrednosti kojom se zadovoljavaju potrebe organizacije i njenih članova.

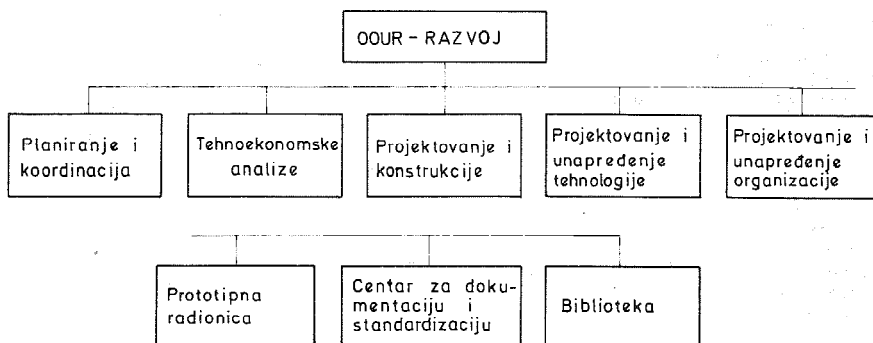
Kod klasičnog preduzeća to je profit, a kod OUR to je dohodak.



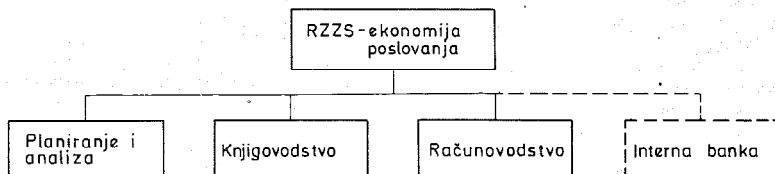
Slika 3.



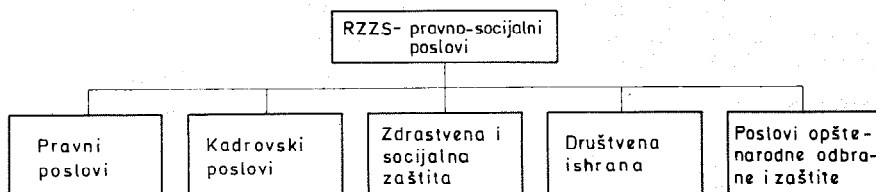
Slika 4.



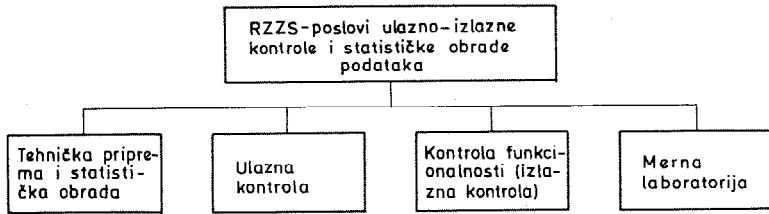
Slika 5.



Slika 6.



Slika 7.



Slika 8.

Strategijsko razgraničenje između klasičnog preduzeća i radne organizacije nastoje upravu na ovoj komponenti drugog reda osnovnog cilja i u radu se pokušavaju ta razgraničenja detaljno razjasniti.

2.0. IDENTIFIKACIJA RAZLIKA

Pošto smo opisali karakter strategijskog razgraničenja prelazimo na detaljniju analizu razlika koje ta razgraničenja precizno određuju.

2.1. Vlasništvo nad sredstvima za proizvodnju

U klasičnom preduzeću bez obzira na društveni karakter šire okoline vlasništvo nad sredstvima za proizvodnju, (koja su potrebna ali ne i dovoljan uslov za postojanje proizvodne organizacije) može biti:

- privatno i
- državno,

sa mogućim međusobnim kombinacijama koje ne menjaju suštinu.

Sa gledišta čoveka u organizaciji dakle postoji samo jedan odnos čovek-organizacija, a to je najamni odnos (izuzimajući vlasnike sredstava).

Posmatrajući brojčani odnos između najamnih radnika i vlasnika sredstava za proizvodnju lako se zaključuje da je broj vlasnika u odnosu na broj najamnih radnika zanemarljiv.

Organizacija udruženog rada kao skup OOUR u koju su se dobrovoljno udružili radnici da na društvenim sredstvima za proizvodnju proizvode robe i usluge za zadovoljenje materijalnih potreba društva, prodajom roba na tržištu stiže dohodak kojim raspolaže i deli ga na zadovoljenje potreba organizacije i zadovoljenje ličnih potreba.

Prema tome prva fundamentalna razlika između klasičnog preduzeća i organizacije udruženog rada jeste u karakteru vlasništva nad sredstvima za proizvodnju i pravu raspolaganja viškom vrednosti.

Ovde nećemo posebno analizirati uticaj ove razlike na motivaciju za rad i položaj čoveka u organizaciji kao fundamentalnih problema savremene teorije organizacije, jer je iz date analize to sasvim jasno.

2.2. Motivacija za rad

Motivacija za rad koja je kao uticajni činilac na rezultate izlaza identifikovana još u neoklasičnim teorijama o organizacijama [3],[4],[5], a u savremenim istraživanjima u organizacijama predstavlja osnovni pravac ovde se kao razlika između klasičnog preduzeća i organizacije udruženog rada javlja kao značajan uticajan faktor s obzirom na poznatu činjenicu da u industrijskom društvu novac kao osnovni motiv za rad više nije prihvatljiv. S druge strane drugi izuzetno značajan faktor integracija ciljeva članova organizacije sa ciljem organizacije kao komponente motivacije u slučaju organizacije udruženog rada, postignut je ex ante činom dobrovoljnog udruživanja radnika u OOUR.

2.3. Sistem za donošenje odluka

Ako prihvatimo tezu J.G.Marcha i H.A. Simona [6] da je organizacija pre svega sistem za donošenje odluka i da razrešavanje konflikata kao obeležja organizacije može da se postigne uzastopnim donošenjem odluka, onda pitanje razlika između klasičnog preduzeća i organizacije udruženog rada je izrazito na planu tako zvanih strategijskih odluka. Pravo za donošenje strategijskih odluka u klasičnom preduzeću pripada isključivo vlasniku sredstava za proizvodnju (pojedinaac, grupa ili država). Po definiciji OOUR pravo na donošenje strategijskih odluka i odgovornost za njihove posledice "je neotudljivo i neprenosivo pravo svih radnika OOUR kao ravnopravnih učesnika u procesu donošenja tih odluka".

2.4. Razvoj

Problem rasta i razvoja proizvodne organizacije u velikoj meri je zavisao od stanja i potreba ponašanja okoline, ali u kontekstu neprekidno rastućih potreba društva u materijalnim dobrima može se tvrditi da je i potreba za rastom i razvojem proizvodnih organizacija neprekidni proces. U klasičnom preduzeću međutim vlasnik sredstava za rad i vlasnik viška vrednosti donosi razvojne odluke isključivo radi zadovoljenja sopstvenih interesa, bez obzira na interes ostalih članova organizacije koji ne mogu da utiču na ovakve

odluke.

U osnovnoj organizaciji udruženog rada radnici svojom odgovornošću "za opstanak i razvoj svoje organizacije" razvojne odluke donose ravnopravno, uskladjujući pri tom ponovo svoje pojedinačne ciljeve sa ciljem organizacije sa društvenim potrebama.

3.0. ZAKLJUČCI

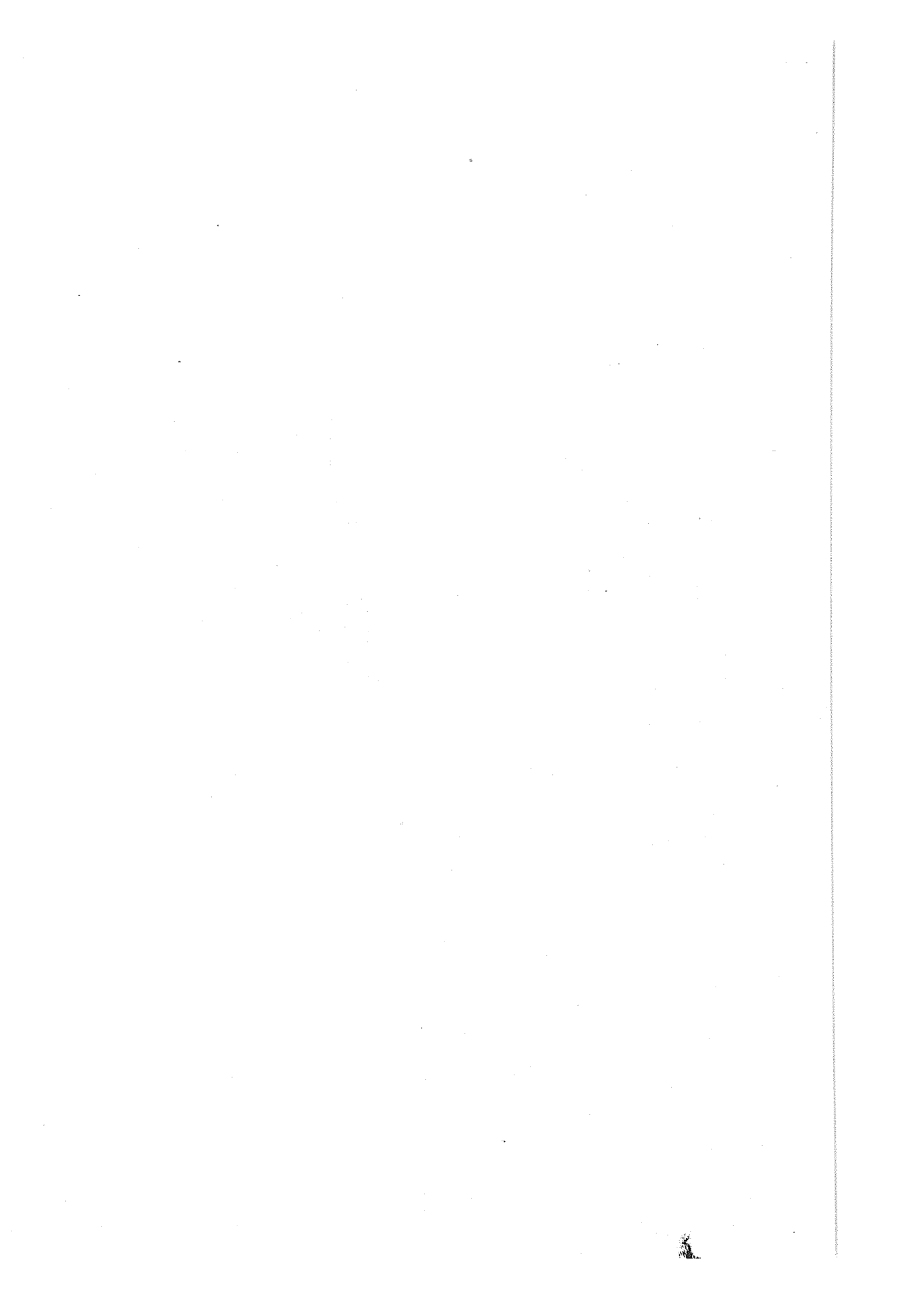
Na osnovu datih analiza moguće je izvesti sledeće osnovne zaključke:

- 3.1. U analizi osnovnih razlika između klasičnog preduzeća i organizacije udruženog rada identifikovane su i analizirane 4 takve razlike koje predstavljaju jasno postavljenu granicu razgraničenja između njih
- 3.2. Lako je uočljivo da je prilaz analizi strukturan kroz položaj i ulogu čoveka u organizaciji kao odlučujućeg faktora u postizanju funkcije kriterijuma organizacije
- 3.3. Problem motivacije kao fundamentalni problem organizacije ima svoje dugoročno rešenje u teorijskom modelu osnovne organizacije udruženog rada što u klasičnom preduzeću nema realnu alternativu.

- 3.4. Učešće u odlučivanju od ravnopravnog odlučivanja u OOUR do modela participacije u klasičnom preduzeću kao trenutno egzistirajućih dvaju modela, nesumljivo upućuje na zaključak da model participacije predstavlja palijativno rešenje sa mogućim kratkoročnim efektima što je i u Jugoslovenskim uslovima bilo postignuto u prvoj fazi primene teorije o samoupravljanju (faza delegiranja prava odlučivanja 1950-1974), kada je postignut prosečni rast produktivnosti po stopi od oko 7% godišnje.

LITERATURA

- [1] Ustav SFRJ, Službeni list, Beograd, 1974.
- [2] Opšti model OOUR i RO, FTN, Novi Sad, 1979.
- [3] E.Mayo: The Human Problems of an Industrial Civilization, Mc Milan, N.York, 1933.
- [4] F.J.Roethlisberger, W.J.Dickson: Management and the Worker, Harvard University Press, 1943.
- [5] K.Lewin, R.Lippitt, R.White: "Patterns of Aggressive Behavior in Experimentally Created Social Climates", Journal of Social Psychology May, 1939.
- [6] J.G.March, H.A.Simon: Organizations, Wiley, N.York, 1966.



OPTIMALNI ALGORITAM ZA KONTROLU KVALITETA

PRIMOPREDAJNIKA U VHF I UHF OPSEGU

THEOFANIS R. RALLIS

Samostalni konstruktor fabrike "Pionir"
Batajnički put 23 Beograd Jugoslavia

Razmatrajući problem kontrole kvaliteta primopredajnika uočeno je da treba kontrolisati više međusobno zavisnih parametara, zbog čega se algoritam i automatski sistem komplikuju. Na osnovu teorije verovatnoće ovde je primenjen originalni postupak analize kvaliteta, preko 8 najvažnijih parametara prijemnika i predajnika, koji omogućava dobijanje optimalnog algoritma za proveru valjanosti uređaja.

1. UVOD

U svetu se proizvodi više različitih primopredajnika koji rade na VHF i UHF opsegu. Potražnja pomenutih uređaja je sve veća a namena je raznovrsna.

Zato su pred savremene proizvodjače iskrsela dva različita zahteva:

- a) Usled velike potražnje traži se da se poveća proizvodnja primopredajnika,
- b) zbog velike konkurencije postala je neminovna pojava da se kvalitet podigne na viši nivo i
- c) da cene ostanu iste ili se spuste na niži nivo.

Dovoljna garancija za uspešno ispunjavanje gorepostavljenog zahteva je:

- formiranje informacionog i matematičkog modela,
- njihova primena u sistemu kontrole kvaliteta uređaja,
- uvođenje delimične ili totalne automatizacije u procesu proizvodnje.

U radu /lit.10/ izdvojen je kao poseban problem formiranje informacionog i matematičkog modela. Za rešavanje tog problema pošlo se od činjenice da je valjanost uređaja direktno zavisna od varijacija skupa parametara i da su ti parametri međusobno zavisni (sl.1 i sl. 2). To znači da informacije dobijene pri kontroli jednog od parametara u podskupu parametara, sadrže i informacije o ostalim parametrima. Na osnovu te informacije moguće je naslutiti stanje nekontrolisanih parametara i treba ići dalje pri kontroli uređaja.

Stanje parametara ima slučajni karakter, odnosno na njih utiče niz slučajnih veličina, što je dovoljan razlog da se primeni matematički aparat koji nudi teorija verovatnoće.

Da bi analiza bila jednostavna išlo se nato da se pojedini parametri u jednom trenutku posmatraju kao manje važni te se njihov uticaj na ostale može zanemariti. Time se dolazi do jednostavnog i efikasnog algoritma za praktičnu primenu u kontroli kvaliteta uređaja automatskim putem.

2. INFORMACIONI MODEL

Na sl.1 je prestavljen shematski informacioni model za prijemnik, a na sl.2 za predajnik.

I u jednom i u drugom slučaju modeli obuhvataju sledeće podatke:

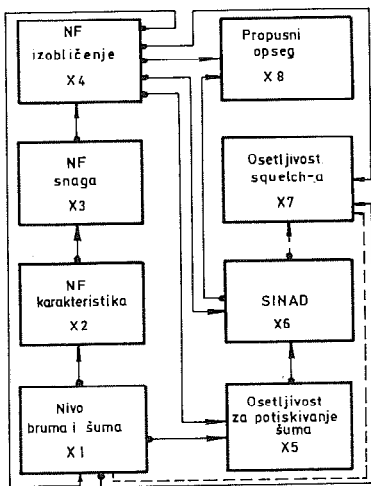
Pravougaonici, sem što obuhvataju parametre obeležene unutar, sadrže još i parametre blokova, subblokove i elemente koji direktno utiču na varijaciju i na kontrolu obeleženog parametra. Simboli x_i i y_j sadrže u sebi normalne propisane vrednosti (dozvoljeno: nivoa u dB, frekvencija u Hz, max. devijacija u dB i t.d.), a indeks označava jedan od parametara. Tačka na strani četvorougona označava da posmatrani parametar zado-

voljava dati kriterijum da se može preći na kontrolu sledećeg i to u smeru koji pokazuje strelica. Svi parametri od četvorougona koji dodiruje strelica pa sve do četvorougona odakle strelica počinje treba da su unutar gabarita kako bi mogao da se kontroliše parametar u četvorougona koji dodiruje strelica. Isprekidana linija znači da je uticaj predhodnog parametra mali i može da se zanemari.

Na tako oformljeni model deluje niz slučajnih veličina koje određuju stanje tog parametra. Sa izvesnom verovatnoćom p_i tvrdimo da se parametar

$$Z_i(x_i, y_i) \in Z$$

nalazi u dozvoljenim granicama kojima je definisano stanje (0), a sa verovatnoćom q_i da je van tih granica, odnosno u stanju (1).



SL. 1

Modele na sl.1 i sl.2 moguće je razbiti na submodele, a skup $X(x_1, x_2, \dots, x_8)$ parametara prijemnika moguće je raščlaniti na podskupove, što zavisi od međusobnog uticaja parametara, odnosno:

$$\begin{aligned} X_1 &= X_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_7), \\ X_2 &= X_2(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5), \\ X_3 &= X_3(x_1, x_2, x_3, x_4, x_6), \\ X_4 &= X_4(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_8) \end{aligned}$$

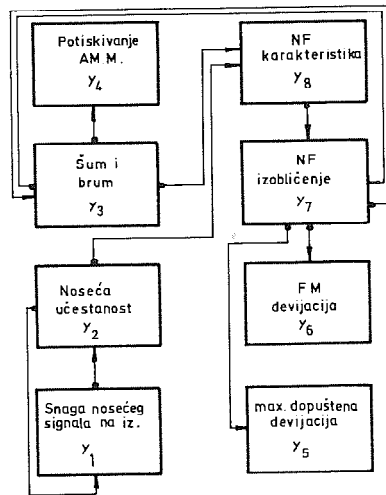
Isto tako skup parametara predajnika $Y(y_1, y_2, \dots, y_8)$ moguće je raščlaniti na podskupove:

$$\begin{aligned} Y_1 &= Y_1(y_1, y_2), \\ Y_2 &= Y_2(y_2, y_3, y_7, y_8), \\ Y_3 &= Y_3(y_2, y_5, y_7, y_8), \\ Y_4 &= Y_4(y_2, y_6, y_7, y_8), \\ Y_5 &= Y_5(y_2, y_7, y_8, y_3, y_4) \end{aligned}$$

Naziv parametara data je na sl.1 i sl.2. Matematička analiza biće data u opštem obliku. Detaljna analiza biće primenjena na podskupu X_1 , a analogija će biti upotrebljena na ostalim podskupovima.

3. MATEMATIČKI MODEL

Radi lakšeg dobijanja definitivnog matemati-



SL. 2

čkog modela, problem će biti raščlanjen na dva dela:

A/ Dat je podskup parametara $Z_1(z_1, z_2, \dots, z_i)$ koji su međusobno zavisni. Pri proveru parametara javilo se stanje 1. Kolika je verovatnoća da se baš z_i nadje u stanju 1, a svi ostali parametri u stanju 0?

Stanje podskupa parametara $(X_1 \equiv Z_1)$ određeno je jednim od mogućih hipoteza $H_1, H_2, \dots, H_i, \dots$, odnosno sistemom jednačina:

$$P(H_1) = p_1 p_2 p_3 p_4 p_7$$

$$P(H_2) = q_1 p_2 p_3 p_4 p_7$$

$$P(H_{16}) = p_1 q_2 p_3 q_4 p_7$$

$$P(H_{32}) = q_1 q_2 q_3 q_4 p_7$$

ili:

$$P(H_1) + \sum_{i=2}^{32} P(H_i) = p_1 p_2 p_3 p_4 p_7 + \dots + p_1 q_2 p_3 q_4 p_7 + \dots + q_1 q_2 q_3 q_4 p_7 \quad (1)$$

Pod uslovom da znamo da je nastupio događaj D i da je poznata apriorna verovatnoća $P(H_i)$ za događaj D, tada je aposteriorna verovatnoća $P(H_i/D)$ data Bayes-om formulom:

$$P(H_i/D) = \frac{P(H_i)P(D/H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i)P(D/H_i)} \quad (2)$$

Za $n=1, \dots, 32$ i $P(H_1/D) = 0, P(H_2/D) = \dots = P(H_{32}/D) = 1$ formula (2) do-

bija formu:

$$P(H_i/D) = \frac{P(H_i)}{\sum_{i=2}^{32} P(H_i)} \quad (3)$$

Nakon zamene izraza (1) u formulu (3) i sredjivanja sledi:

Verovatnoća da se jedan od parametara podskupa X_1 nadje u stanju 1, a svi ostali u stanju (0) data je izrazom

$$P(H_i/D) = \frac{q_i \prod_j p_j}{1 - \prod_{i=1}^{47} p_i} \quad (4)$$

pri čemu je $i \neq j; i, j = 1, 2, 3, 4, 7$

$\prod_j p_j$ - multipleks od pet članova.

Analognim putem se dolazi do indentičnog rešenja podskupove X_2, X_3, X_4 :

$$\text{Podskup } X_2 \dots P(H_i/D) = \frac{q_i \prod_j p_j}{1 - \prod_{i=1}^5 p_i} \quad (5)$$

gde je: $i \neq j; i, j = 1, 2, 3, 4, 5; \prod_j p_j \dots$ mult. od četiri članova,

$$\text{podskup } X_3 \dots P(H_i/D) = \frac{q_i \prod_j p_j}{1 - \prod_{i=1}^6 p_i} \quad (6)$$

gde je: $i \neq j, i, j = 1, 2, 3, 4, 5, 6; \prod_j p_j \dots$ mult. od pet članova,

$$\text{podskup } X_4 \dots P(H_i/D) = \frac{q_i \prod_j p_j}{1 - \prod_{i=1}^{618} p_i} \quad (7)$$

gde je $i \neq j, i, j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8;$

$\prod_j p_j \dots$ mult. od šest članova.

Upoređujući jednačine (3), (4), (5), (6), i (7) a zatim uzimajući u obzir uticaj pouzdanosti sheme, subblokova i blokova na stanje parametara unutar podskupa došlo se do izraza (8) koji daje redosled kontrole X_i submodela:

$$R_1(H_i/D) > R_2(H_i/D) > R_3(H_i/D) > R_4(H_i/D)$$

ili

$$X_4 \rightarrow X_3 \rightarrow X_2 \rightarrow X_1; \\ X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow X_3 \rightarrow X_4 \quad (8)$$

Uzimajući u obzir sve faktore koji su neophodni za redosled kontrola Y skupa, ne upuštajući se ponovo na iznalaženje obrasca za Y skup/lit.10/ sledi:

$$P_{y1}(H_i/D) > P_{y4}(H_i/D) > P_{y3}(H_i/D) > P_{y2} > P_{y5}(H_i/D) \quad (9)$$

a redosled kontrola Y_i podskupova je:

$$\text{ili } Y_5 \rightarrow Y_2 \rightarrow Y_3 \rightarrow Y_4 \rightarrow Y_1 \\ Y_1 \rightarrow Y_4 \rightarrow Y_3 \rightarrow Y_2 \rightarrow Y_5$$

B) Posmatra se skup $Z(z_1, z_2, \dots, z_i \dots)$

medjusobno zavisnih parametara. Optimalnim putem treba dovesti varijacije parametara u dozvoljene granice. Za kriterijum uzeti minimalno matematičko očekivanje cene potrebne za dovodjenje varijacija parametara unutar dozvoljenih granica.

Ako se usvoji da je:

redosled kontrola parametara ($i=r$ pa $i+1=s$) identičan je sa redosledom parametara,

- $q_i = q_k = q_{ji} \dots$ verovatnoća otkazivanja

- i - og parametra u i -om submodelu,

- $c_{ni} = c_k \dots$ cena kontrole n -og parametra u i -om submodelu,

- $c_{ii} = c_i \dots$ cena kontrole i -og parametra u i -tom submodelu,

- $h_i = h_k \dots$ slučajna veličina koja dobija vrednost

$$h_i = \begin{cases} 0 \dots \text{dogadjaj } D_{1i} = D_{1i}^{(1)} + D_{2i}^{(2)} \\ \text{sa verovatnoćom } P/D_{1i} / \\ c_i \dots \text{dogadjaj } D_{2i} \text{ sa verovatnoćom} \\ P(D_{2i}) \end{cases}$$

sledi da pri nastupanju dogadjaja, $D_{1i}^{(1)}$ tvrdimo sa verovatnoćom

$$P[D_{1i}^{(1)}] = \prod_1^{n_r-1} q_r \quad (10)$$

da se posle (i-1) provere greška nalazi u (i)-om koraku.

Kada nastupi dogadjaj $D_{1i}^{(2)}$ tvrdi se sa verovatnoćom

$$P[D_{1i}^{(2)}] = \prod_1 \left[1 - \prod_{n_i}^{n_i} q_i \right] \quad (11)$$

da svi parametri uključujući $n_i^{(1)}$ zadovoljavaju, a uslovna verovatnoća kojom se definiše veza dogadjaja $D_{1i}^{(1)}$ i $D_{1i}^{(2)}$ data je izrazom

$$P[D_{1i}^{(2)}/D_{1i}^{(1)}] = \prod_{i \neq r} \left[1 - \prod_{n_i}^{n_i} q_i \right] \quad (12)$$

Isti postupak ponavljamo i za sledeći korak. Dogadjaj D_{2i} pokazuje da posle (i-1) provere postoji bar još jedan parametar koji ne zadovoljava i treba ići na kontrolu (i) tog parametra. Nakon zamene datih vrednosti iz relacija (10), (11), (12) u formulu

$$C(Z) = \sum_i \left[1 - P(D_{1i}^{(1)}) - P(D_{1i}^{(2)}) + P(D_{1i}^{(1)}/D_{1i}^{(2)}) P(D_{1i}^{(2)}) \right] \quad (13)$$

a dobijene vrednosti zemene u relaciju koja opisuje postavljeni kriterijum, odnosno u relaciju:

$$C \left[z_{is} \right] \leq C \cdot \left[z_{sr} \right] \quad (14)$$

i najzad kad se iz relacije (14) uzmu u razmatranje i analizu dva člana i dolazi se do definisane relacije

$$\frac{c_r \left(1 - \prod_1^{n_r} q_r \right)}{q_r} \leq \frac{c_s \left(1 - \prod_1^{n_s} q_s \right)}{q_s} \quad (15)$$

gde je $\prod_1^{n_i} q_i = \sum_1^{n_i-1} q_i + \prod_1^{n_i} q_i$;

$\sum_1 q_i$ apriorna verovatnoća.

Stavljajući $c_{ij} = c_{ir}$ i $q_{ij} = q_{ir}$ relacija (15) dobija svoju modifikovanu formu:

$$\frac{c_{ir} \left[1 - \prod_1^{n_r} q_{ir} \right]}{q_{ir}} \leq \frac{c_{ir} \left[1 - \prod_1^{n_i} q_{(i+1)s} \right]}{q_{(i+1)s}} \quad (16)$$

odnosno:

$$\frac{c_{ir} \left[1 - \prod_1^{n_r} q_{ir} \right]}{q_{ir}} \leq \frac{c_{(i+1)s} \left[1 - \prod_1^{n_i} q_{is} \right]}{q_{is}} \quad (17)$$

Imajući u vidu da izraz

$$\frac{c_{ir}}{q_{ir}} \leq \frac{c_{(i+1)s}}{q_{is}}$$

predstavlja rastuća funkcija (lit.10), lako je dokazati da i relacije (15), (16) i (17) predstavljaju takodje rastuće funkcije. Svrha rešavanja prvog i drugog dela problema ima svoj cilj opisan u četvrtom delu ovog rada.

4. CILJ

Izraz iz prvog dela problema daje tačan redosled kontrole podskupova parametara. Izraz (15) pokazuje optimalan put kontrole (i) tog parametra u (i_1) tom submodelu. Izraz (16) daje optimalnu kontrolu (i) tog parametra u raznim submodelima. Na osnovu tih rezultata dolazi se do sledećeg optimalnog algoritma za kontrolu kvaliteta primoprđajnika, (sl.3):

1^o korak-parametri su nezavisni, prelazi se na kontrolu pri nezavisnim parametrima.

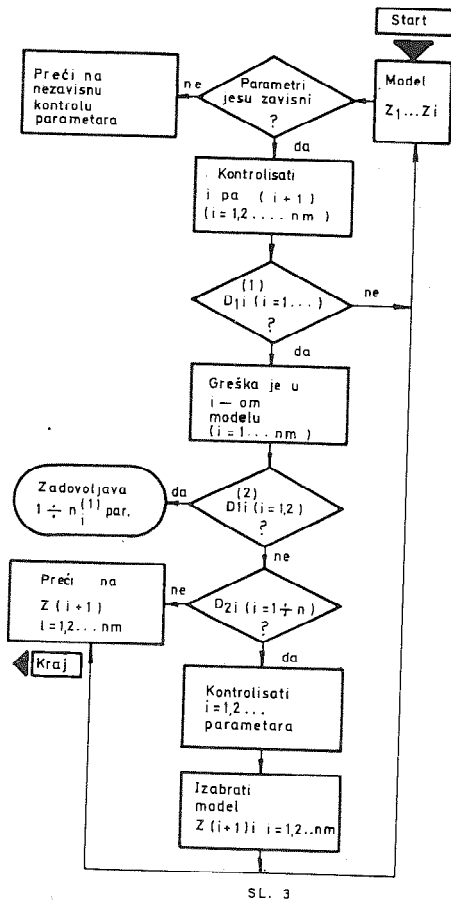
2^o korak-ako ne nastupa dogadjaj $D_{1i}^{(1)}$ ide se na kontrolu sledećeg submodela; ako nastupi $D_{1i}^{(1)}$ greška je u datom submodelu.

3^o korak-ako nastupi $D_{1i}^{(2)}$ zadovoljavaju svi parametri zaključno sa $n_i^{(1)}$ ako nenastupi pitamo se dali je nastupio dogadjaj D_{i2} .

4^o korak-ako ne nastupa D_{i2} tada će se taj parametar i čitav submodel smatrati kao neinteresantan i prelazi se na kontrolu

sledećeg submodela, a ako nastupi kontroliše se (i)-ti parametar i otklanja se greška optimalnim putem.

5^o Korak - prelazi se na sledeći submodel prema redosledu.



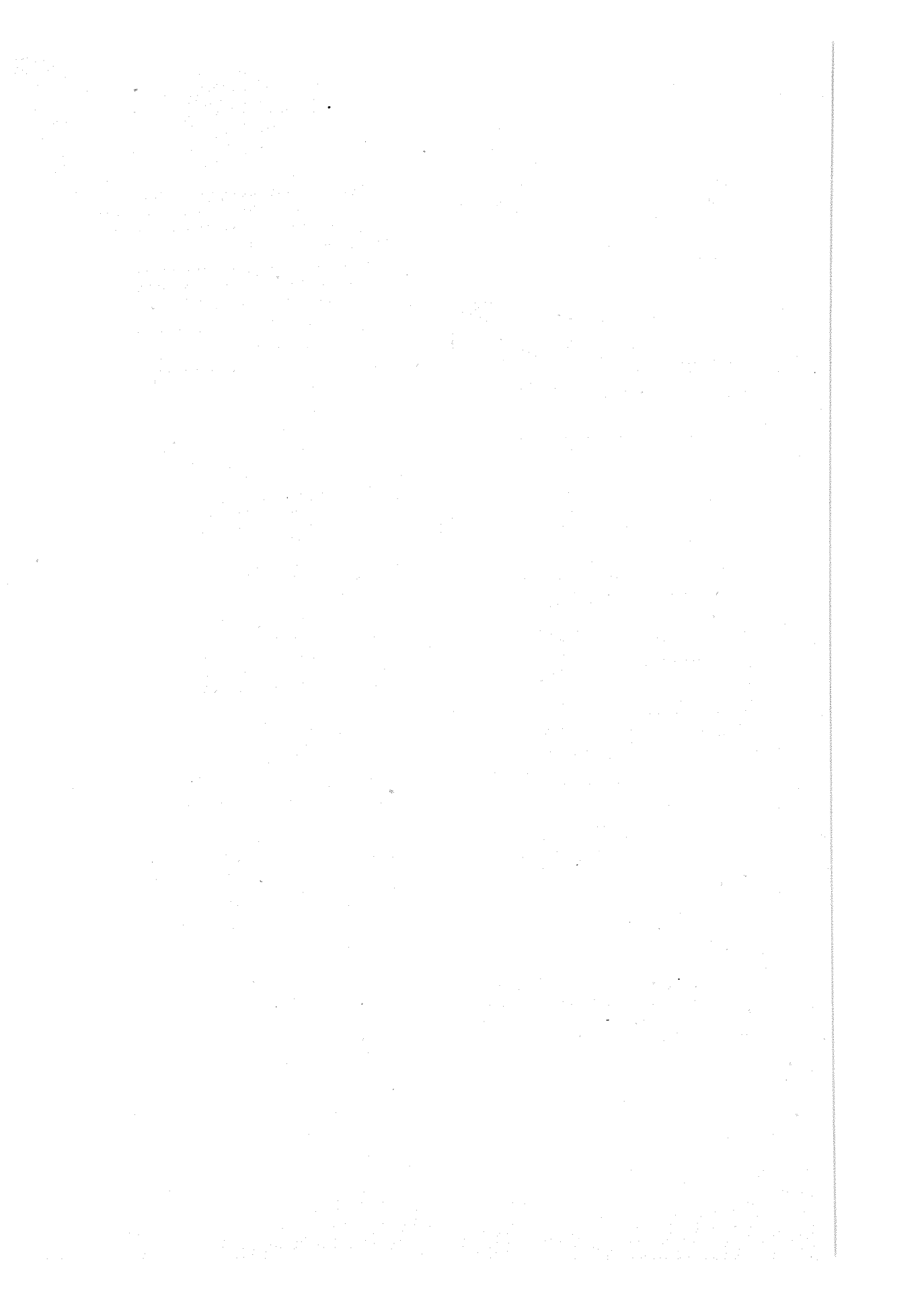
5. ZAKLJUČAK

1. U optimizaciji procesa kontrole parametara, posle analize postupaka merenja i uz primenu Bayes-ove teoreme, odnosno originalnog rešenja, dobijen je pravi redosled kontrole parametara.

2. Ciklični uticaj parametara u podskupu, u toku kontrole, smanjen je zanemarivim sporednim na račun uticajnih uslova rada primopredajnika.
3. Dobijena rešenja u kontroli primopredajnika kao i izabrane metode razmatrene su u sklopu kontrole pomoću računara.
4. U procesu kontrole formulisan je i optimalan algoritam traganja.
5. Rešenje se može primeniti i u drugim složenijim sistemima.

LITERATURA

1. В.С. АНЦЕЛЬ: Исследование операций - Москва 1972.
2. В.К. БЕЛКОВ, П.А. УШАКОВ: Математические модели для задач обнаружения и локализации неисправностей - Москва 1964.
3. Г.С. БЕРЗАНОВ, И.В. КИРИТ, В.И. ГИДИЛОВИЧ, Л.С. ТИМОХИНА: Введение в техническую диагностику.
4. Г. КОРИ: Справочник по математике для научных работников и инженеров - Москва 1966.
5. Сборник статей по ред. Я.З. ЦИПКИНА: Методы оптимизаций автоматических систем - Москва 1972.
6. В.П. БАЛАКОВ, Р.А. БАЛИТОВ: Автоматизация радиоизмерений - Москва 1966.
7. EIA STANDARDS RS-204-A juli 1975.
8. D.A. Bobroff: Automated Transceiver Testing - Hewlett-Packard journal - avgust 1973.
9. André Ango : Compléments de Mathématiques - l'usage des ingénieurs de l'électrotechnique et des télécommunications - Paris 1957.
10. Th. Rallis: Automatsko ispitivanje parametara UKT i UHF primopredajnika sa ciljem optimizacije testiranja u završnoj kontroli - mag. 1978. god.



OPTIMIZACIJA VIŠESTEPENASTE PROIZVODNJE UZ
KONSTANTNE KAPACITETE

MARKO RANT

Univerza v Mariboru

Visoka šola za organizacijo dela Kranj

JUGOSLAVIJA

Kod vođenja proizvodnje sada se za raspoređivanje raspoloživih kapaciteta upotrebljavaju programi, koji rade na osnovu zahteva, da moraju biti raspoloživi kapaciteti što više iskorišteni. Boljim iskorišćenjem raspoloživih kapaciteta može se naime izgraditi više proizvoda i time postići veći učinak - ostatak dohotka.

Takvim programima postiže se optimizacija zauzetosti kapaciteta, a ne i optimizacija ostatka dohotka. Ostatak dohotka nije zavisn samo od što većeg iskorištenja raspoloživih kapaciteta, nego i od optimalne kompozicije sastavnih delova, sklopova i proizvoda, koji se izrađuju u proizvodnji.

Navedeno naročito važi u vezanoj proizvodnji više sastavljenih proizvoda, u kojoj se izrađuje više iz sastavnih delova i sklopova sastavljenih proizvoda, kojih proizvodna struktura je vezana.

U referatu dat je upšten model za proračunavanje optimalnog raspoređivanja raspoloživih kapaciteta uz zahtev, da je kod proračunatog programa ukupan ostatak dohotka optimalan.

Kot vođenja proizvodnje jedan od bitnih odluka je: koliko raspoloživih kapaciteta neka se upotrebi za izrađivanje pojedinih vrsta sastavnih delova i sklopova, vezanih u proizvodnu strukturu, da bi se sa izradom tih postigao maksimalan učinak.

Višestepenastom proizvodnjom sastavljenih proizvoda treba podrazumevati proizvodnju, u kojoj se izrađuje više različitih vrsta sastavljenih proizvoda, kojih proizvodna struktura je vezana, što znači, da se zbog standardizacije i tipizacije jednaki sastavni delovi i sklopovi mogu ugrađivati u različite sklopove višeg stepena i da svaka vrsta sastavnog dela ili sklopa može biti i proizvod. U takvoj proizvodnji upotrebljavaju se kapaciteti iste vrste za izradu različitih vrsta sastavnih delova i sklopova.

U preračunima, koji se upotrebljavaju sada za raspoređivanje raspoloživih kapaciteta, radi se na osnovu zahteva, da moraju biti raspoloživi kapaciteti što više iskorišteni. Zbog toga su i svi proračuni usmereni na izravnavanje potrebnih kapaciteta sa raspoloživim. Takav način raspoređivanja raspoloživih kapaciteta radi se na osnovi mišljenja, da se boljim iskorišćenjem raspoloživih

kapaciteta proizvede i više proizvoda.

Raspoređivanjem raspoloživih kapaciteta na osnovu opisanih proračuna postiže se veće iskorištenje raspoloživih kapaciteta, a ne i najveći ekonomski učinak - najveći ostatak dohotka. Ali tako kao kod svih strateških odluka, tako i kod odluke koliko raspoloživih kapaciteta neka se upotrebi za izradu pojedinih vrsta sastavnih delova i sklopova vezanih u proizvodnu strukturu, treba je tražiti cilj, da se prihvati takva odluka, kojim će se postići maksimalan ostatak dohotka.

Razlika među modela, razloženog u tom radu i modela, koji se upotrebljava je zapravo u tome, da se ozloženom modelom traži optimizacija ostatka dohotka, a modelom za izravnavanje potrebnih kapaciteta sa raspoloživim traži se optimalno iskorištenje raspoloživih kapaciteta, i ako se kod drugog modela to ne radi metodama linearnog programiranja.

(1) Proizvodnu strukturu opisane proizvodnje moguće je zapisati matrikom nastupanja⁽¹⁾. Sređena matrica nastupanja je trougaona matrica u kojoj

(1) Naziv je uzet po Thompson (Thompson G.L. 1965)

su vrednosti u glavnoj dijagonali i ispod nje jednake nula⁽²⁾. Sastavni delovi i sklopovi - elementi proizvodne strukture - su u sređenoj matrici nastupanja A raspoređeni u "tehnološkom redu"⁽³⁾.

Neka bude definisana matrica A kao matrica količina pojedinih vrsta sastavnih delova i sklopova potrebnih za izradu jedinice pojedinih vrsta proizvoda.

Matricu B moguće je proračunati po izrazu (Thompson G.L. 1965)

$$B = (I - A)^{-1} \quad (1)$$

(2) Na osnovu vremenskih normativa za pojedine operacije moguće je definisati matricu normativa vremena (N). Za pojedinu vrstu sastavnih delova stavi se vektor normativa vremena, kojeg dimenzija su obrade, a količine izražene su u jedinicama kalendarskog vremena. Da bi se taj vektor pravilno izrazio, treba je kot svake vrste sastavnih delova normative vremena za operacije, koje se obavljaju na istoj obradi, sabrati i uvesti jih u vektor kao jednu vrednost. Za sklopove postavi se istotakav vektor normativa vremena, ali se u njemu izražavaju vremena samo za one obrade, koje su potrebne za izradu sklopova iz već izrađenih sastavnih delova i sklopova nižeg stepena, i vremena za obradu već izrađenih sklopova. Kod toga moguće je da iste obrade nastupaju i u vektoru normativa vremena za sastavne delove i u vektoru normativa vremena za sklopove.

Ako se vektori normativa vremena, definisani kao što je navedeno, postave kao kolone u matricu normativa vremena (N), onda se matrica normativa vremena može definisati:

$$N = |n_{ij}| \quad \begin{matrix} i = 1, 2, 3, \dots, n \\ j = 1, 2, 3, \dots, n \end{matrix} \quad (2)$$

(3) Raspoloživi kapaciteti zavisni su od promena na tržištu, ali se mogu menjati samo povremeno - diskontirano i u skokovima. U kraćim periodama, na primer u jednoj godini, a sigurno u jednom mesecu su raspoloživi kapaciteti konstantni i predstavljaju ograničenje opsega proizvodnje.

(2) Matrica nastupanja sređuje sa pomoću Berr-ovih algoritma (Berr U. 1961)

(3) Naziv je uzet po Thompson (Thompson G.L. 1965)

Raspoloživi kapaciteti mogu se definisati kao kolonski vektor, kojeg dimenzija su vrste obrade, na kojih se obrađuju sastavni delovi i sklopovi, a količine u njem date su u jedinicama kalendarskog vremena. Tako definisani raspoloživi kapaciteti mogu se izračunati izrazom:

$$K_R = (K_T - K_I) f_{is} \quad (3)$$

gde znači

K_T - vektor teoretski raspoloživog vremena za rad

K_I - vektor gubitka teoretski raspoloživog vremena za rad

$(K_T - K_I)$ - vektor stvarno raspoloživog vremena za rad

f_{is} - iskorišćenje radnog mesta ili grupe radnih mesta, koji predstavljaju obradu

Vreme pripreme radnog mesta i zastoje kod rada u tom se izrazu izražavaju faktorom iskorišćenja (f_{is}). Zbog toga u daljnem proračunu vreme pripreme ne treba više uzeti u obzir.

(4) Kao kolonski vektor W neka bude definisan vektor broja sastavnih delova i sklopova, koje dajemo na tržište.

(5) Kao vektor vrsta C neka bude definisan vektor učinka (ostatka dohotka) na jedinicu proizvedenog sastavnog dela ili sklopa proizvoda, kojeg dajemo iz proizvodnje na tržište.

Na osnovu definisanih vrednosti moguće je definisati opšti model za proračun optimalnog raspoređivanja raspoloživih kapaciteta linearnim programom:

Treba odrediti vektor W, koji zadovoljava uslov nenegativnosti

$$W \geq 0 \quad (4)$$

i matricnu nejednačinu

$$N \cdot B \cdot W \leq L_R \quad (5)$$

tako, da ima funkcija cilja

$$f(W) = C \cdot W$$

maksimum.

U proračun je moguće uvesti i dodatna ograničenja. Tako je moguće uvesti ograničenja tržišta, kao što je minimalna prodajna količina (spodnja granica) ili maksimalna prodajna količina (gornja granica).

Treba opozoriti na to, da su u razmatranju problemi izrada više

različitih sastavljenih proizvoda, kojih proizvodna struktura je vezana, što znači, da zbog standardizacije i tipizacije jednaki sastavni delovi i sklopovi mogu se ugrađivati u različite sklopove višeg stepena, i da svaka vrsta sastavnog dela i sklopa može biti i proizvod. U takvoj proizvodnji upotrebljavaju se kapaciteti jednake vrste za izradu različitih vrsta sastavnih delova i sklopova. Na ovo treba upozoriti zato, da se problem suviše ne uprosti, kao što se uradi, kad se razmatra proizvodnja homogenih nesastavljenih proizvoda. Pretpostavka, da će se sa većim iskorišćenjem raspoloživih kapaciteta izraditi više proizvoda, pa time uz konstantnu prodajnu cenu ostvariti i veći ostatak dohotka, posve je pravilna kod proizvodnje homogenih međusobno nezavisnih proizvoda. Ali već kot optimizacije asortimana više nesastavljenih proizvoda, za izradu kojih se upotrebljavaju jednake vrste kapaciteta, ustanovi se, da najveći ostatak dohotka nije zavisan samo od optimalnog iskorišćenja kapaciteta, nego i od izbora optimalne kompozicije gotovih proizvoda. Ovo još više važi za proizvodnju sastavljenih proizvoda, a naročito ako su ti proizvodi vezani.

Proračun proizvodnje treba izraditi kod svake veće promene, koja upliva na uspešnost proizvodnje. Tako treba ustanoviti najbolji program kad se novi proizvod uvede u proizvodnju, kad dođe do većih promena cena na tržištu, većih promenah u tehnološkom postupku itd., ali po našem mišljenju najmanje jednom godišnje.

Kod svakog takvog preračuna na osnovu novih osnovnih podataka proračuna se nov optimalan program, uz data ograničenja tržišta, i na osnovu proračuna potraži se mogućnosti za maksimalan ostatak dohotka. Toga se može postići sa izradom proračunatog asortimana u proračunatim količinama, ili se taj optimalan program promeni sa odgovarajućem povećanjem prodajnih cena za one proizvode, koji su ispali iz programa. Ako uspe ovo zadnje, onda se ostatak dohotka još uveća.

BIBLIOGRAFIJA:

1. Berr U. 1962, *Beitrag zum Einsatz mathematischer Modell und Elektronenrechner* (Diss. Braunschweig)
2. Gass S. 1969, *Linear Programming: Methods and Applications* (McGraw-Hill)
3. Hadley G. 1962, *Linear Programming* (Addison-Wesley Publishing Co. Mass.)
4. Magee J.F. & Boodman D.M. 1967, *Production Planning and Inventory Control* (McGraw-Hill)
5. Thompson G.L. 1965, On the Part Requirements Problem, *Op. Res.* 13, page 453
6. Vazsonyi A. 1958, *Scientific Programming in Business and Industry* (John Willy & Sons, New York)

SLUŽBA KONTROLE KVALITETA U USLOVIMA
ELEKTRONSKE OBRADE PODATAKA

Velimir B. RISTIĆ

vođeći projektant pouzdanosti
u Industriji "14.oktobar" - Kruševac
JUGOSLAVIJA

Identifikovan kvalitet izražen kvantitativno predstavlja bazu na osnovu koje je moguće korekcionim akcijama upravljati kvalitetom i na taj način postići optimalni ili tehničko-tehnološki uslovljen nivo kvaliteta.

Za ostvarenje ovog cilja potrebno je stvoriti takav informacioni sistem koji funkciju kontrole kvaliteta postavlja nerazlučivo u proces reprodukcije počev od ulaza materijala pa do finalizacije i realizacije gotovog proizvoda na tržištu.

U radu je prikazan jedan od mogućih pristupa ostvarenju ovog cilja preko postupnog osvajanja jedne po jedne funkcije u procesu reprodukcije, njihovog spajanja sa kontrolom kvaliteta i obuhvatanja obradom na računaru.

Upravljanje kvalitetom proizvoda je jedan od bitnih činilaca upravljanja poslovnim sistemom, a postiže se identifikacijom kvaliteta u procesu proizvodnje, pri finalizaciji proizvoda i pri ispitivanju statistički dovoljnog broja proizvoda u uslovima realnog ili ubrzanog ciklusa eksploatacije. Identifikacija kvaliteta izražena kvantitativno predstavlja bazu na osnovu koje je moguće korekcionim akcijama upravljati kvalitetom i na taj način postići optimalan ili tehničko-tehnološki uslovljen nivo kvaliteta.

Ovako definisano upravljanje kvalitetom zahteva planiranje uzajamno uslovljenih kategorija kvaliteta i kvantiteta, određenu organizaciju rada, tehnološke zahvate i odgovarajući informacioni sistem u onim oblastima delovanja funkcije

kontrole kvaliteta koje daju upotrebljive informacije za praćenje i upravljanje kvalitetom.

Danas u organizacijama udruženog rada jedan od uslova pravovremenog dejstvovanja sistema informacija postavlja dva osnovna oblika ustrojstva službe kvaliteta i to:

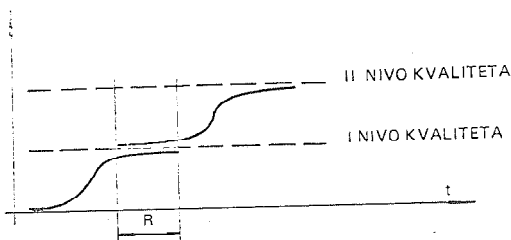
- centralizovanu službu kontrole kvaliteta na nivou radne organizacije
- decentralizovanu službu kontrole kvaliteta u kojoj operativna kontrola pripada osnovnim organizacijama

Prednost jednog ili drugog oblika organizacije službe kontrole kvaliteta je više subjektivnog nego objektivnog karaktera. Prisutno dvojstvo u upravljanju kvalitetom kod decentralizovanog oblika sputava potpuno sprovođenje osnovnog principa funkcije kvaliteta - da se loš

kvalitet suzbije u samom začetku.

S druge strane proizvodnja je po svojoj funkciji zainteresovana da tržištu ponudi minimalno prihvatljiv nivo kvaliteta, a informisanost o lošem kvalitetu ima tendenciju zatvaranja u užu krug direktnih učesnika koji otklanjaju uzroke u okviru svoje delatnosti bez mogućnosti šire akcije.

Iz tog istog razloga decentralizovanost organizacije službe kontrole kvaliteta može da oteža kompleksnije izvršavanje svoje funkcije a istovremeno donekle predstavlja jedan već prevaziđen oblik organizacije koji je u svetu bio široko zastupljen u periodu od 1920 do 1940 godine.



Sl. 1. Dinamika razvoja nivoa kvaliteta
R - period organizacionih i tehničkih promena

Međutim, evidentno je da decentralizovan vid kontrole kvaliteta ima puno opravdanje u procesnoj industriji gde je kontrola tehnološka operacija upravljanja procesom.

Ovako definisane prednosti centralizovane organizacije službe kontrole kvaliteta u uslovima kompjuterizacije procesa proizvodnje i upravljanja, na drugom nivou organizovanja sukobljava se sa dve alternative sistema informisanja i to:

- samostalni razvoj sistema informisanja o kontroli i kvalitetu procesa proizvodnje u okviru službe kontrole kvaliteta
- povezivanje procesa proizvodnje od

konstruktivno-tehnološke dokumentacije, nabavke materijala do finalizacije i realizacije proizvoda na tržištu sa funkcijom kontrole kvaliteta.

Obe ove alternative imaju određene prednosti ali i mane, a uslovljene su razvojem sistema informisanja.

Međutim bez obzira na sve moguće varijante, evidentno je da sve akcije službe kontrole kvaliteta direktno zavise od proizvodnje, da je direktan proces proizvodnje početak i kraj svih akcija koje proističu iz funkcije kontrole kvaliteta i da su ostale veze koje predhode ili proističu iz proizvodnje kao što su:

- služba razvoja i prodaje - sa staništa definisanja izlaznog nivoa kvaliteta proizvoda
- službe nabavke - u delu definisanja ulaznog nivoa kvaliteta sirovina i polufabrikata
- službe tehnologije - u delu definisanja parametara kvaliteta u samom procesu proizvodnje

... samo dopuna i potvrda informacija proisteklih iz procesa proizvodnje.

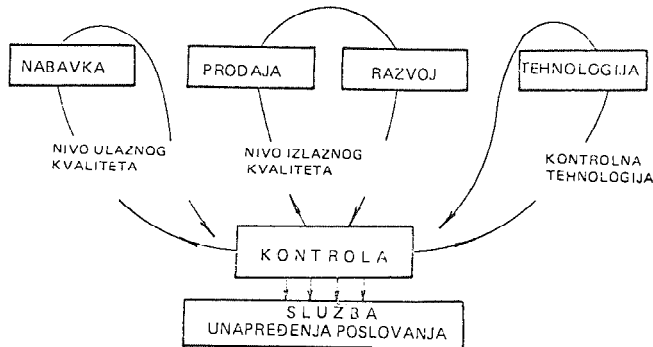
Ovako definisan informacioni sistem obzirom na broj podataka zahteva određenu reorganizaciju koja se potvrđuje kroz uvođenje računara u proces proizvodnje sa centralizovanom službom kvaliteta i integrisanim sistemom informacija. Pri tom funkcija kontrole kvaliteta preuzela bi deo funkcije proizvodnje i to:

- naređivanje troškova proisteklih iz lošeg kvaliteta
- nadlansiranje serija kao deo funkcije pripreme proizvodnje pri pojavi ili predviđanju lošeg kvaliteta
- deo funkcije održavanja u naređivanju periodičnih i interventnih akcija pri otklanjanju iniciranih ili uočenih kvarova mašina za

proizvodnju.

Ovakvom organizacijom i povećanom brzinom informisanosti može se očekivati pad troškova zbog lošeg kvaliteta koji u

procesu proizvodnje metalnih delova uz stabilni proizvodni program i uobičajenu organizaciju poslovanja iznosi oko 2% ukupne proizvodnje. Samo ove uštede mogu



Sl. 2. Petlje dejstva funkcije kontrole kvaliteta

opravdati uvođenje računara u proces proizvodnje u periodu od 3-5 godina.

Uvođenje računara zahteva određene pripremane faze u poslovanju radne organizacije i to:

- definisanje hodograma dokumentacije, sadržaja i načina popunjavanja
- rad na integralnom sistemu numeričkog označavanja svih potrebnih čimbenika u procesu projektovanja, nabavke, proizvodnje, kontrole i prodaje (materijali, delovi, podsklopovi, sklopovi, finalni proizvodi, mašine i uređaji, tehnološka radna mesta i operacije, radni nalozi, alati, magacini, radnici, organizacione jedinice i dr.).
- definisanje izveštaja, njihovih hodograma, sadržaja, vrste i obima radi upravljanja poslovanjem jednog dela ili celokupne radne organizacije.

Organizacija službe kontrole kvaliteta

U službi kontrole kvaliteta sa centralizovanom organizacijom na nivou radne

organizacije postoje četiri osnovne podfunkcije i to:

- biro kontrole
- kontrola proizvodnje
- ulazna kontrola
- finalna kontrola

U okviru kontrole proizvodnje postoje odeljenja kontrole locirana prema postojećim proizvodnim OOUR-a.

U okviru proizvodnje kontrola je operacijska, a pred međufaznim skladištima i skladištima polufabrikata završna.

Na ovaj način organizacioni oblik funkcije kontrole kvaliteta ima sve uslove da se postignu osnovne postavke tehnološkog opravdanja postojanja službe kontrole kvaliteta, a to su:

- preventivno delovanje radi sprečavanja nastanka lošeg kvaliteta (škart, dorada, interno dozvoljeno odstupanje)
- sprovođenje kontrolne tehnologije koja propisuje šta i kako treba kontrolisati u uslovima kontrolne tačke
- evidentiranje osnovnih podataka potrebnih za analizu kvaliteta pro-

izvoda i procesa proizvodnje (kvalitet materijala, alata, mašina za obradu, radnog mesta i izvršioca)

Izvori informacija o ostvarenom i utvrđenom kvalitetu su:

- ulazna kontrola - kvalitet isporuka

Sl. 3. Mikro-šema - detalj službe kontrole kvaliteta

- od kooperanata i dobavljača
- kontrola proizvodnje
- finalna kontrola završnih proizvoda
- posebna ispitivanja - testiranje proizvoda radi definisanja izlaznog nivoa kvaliteta u odnosu na tržištem uslovljenim nivoom kvaliteta

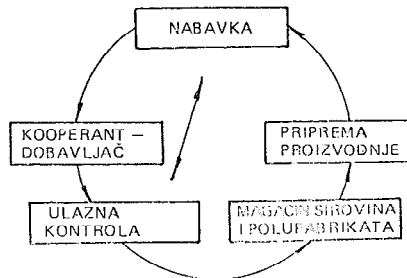
Informacije ulazne kontrole

Sve informacije ulazne kontrole delimo na:

- podatke za identifikaciju dobavljača
 - podatke za identifikaciju kvaliteta isporuke
- ... odnosno na:
- šifru dobavljača
 - dokument na osnovu koga je isporuka primljena
 - dokument na osnovu koga se primljena količina upućuje u određeni magacin sirovina i polufabrikata
 - identifikacioni broj dela
 - jedinica mere
 - datum isporuke
 - stvarno prispela količina
 - odbačena količina
 - veličina uzorka i kontrolna tačka
 - ocenu kvaliteta
- Na osnovu ovih podataka formira se

prvi krug informacija u kome se nalazi služba kvaliteta.

Na bazi ovog ciklusa i dokumenata koji u njemu egzistiraju nabavka i proizvodnja su u stanju da blagovremeno dejstvuju jer u svakom zadatom trenutku raspolažu sa podacima:



Sl. 4. Ciklus obezbeđenja sirovina i polufabrikata

- o ulaznom nivou kvaliteta i kvantiteta isporuke na osnovu koje se mogu identifikovati svi činioci u formiranju nedovoljnog kvaliteta pre, u toku i posle procesa proizvodnje i na taj način blagovremeno reagovati
- o poslovnosti isporučioaca sa aspekta termina i rokova isporuke na osnovu čega se mogu definisati optimalne količine zaliha robe jednog isporučioaca

Informacije kontrole proizvodnje

Sve informacije iz kontrole proizvodnje delimo na:

- informacije o kvalitetu sredstava rada (alati, uređaji)
- informacije o kvalitetu predmeta rada
- informacije o kvalitetu tehnološkog postupka izrade i kontrole
- informacije o nivou kvaliteta koji postiže radnik

Odnosno linijski kontrolor koji je u neposrednom procesu proizvodnje može da spreči loš kvalitet proistekao iz:

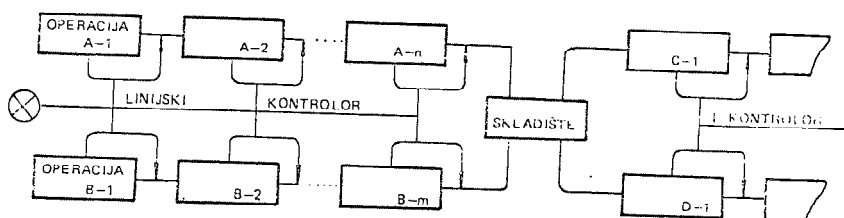
- neodgovarajućeg sredstva za rad (tačnost, podešenost ...)
- neodgovarajućeg polaznog materijala
- neodgovarajućeg tehnološkog postupka
- neodgovarajućeg postupka radnika

... a sve u cilju što veće efikasnosti linije - proizvodnje uz minimalni loš kvalitet.

Mogućnost održavanja nivoa zadanog kvaliteta operacija kontrolor ostvaruje preko verifikacije radne liste radnika, stimulisanjem ostvarenog dobrog kvaliteta, penalisanjem krivca za loš kvalitet, pri čemu je i sam kontrolor stimulisani za ostvarenje što većeg procenta dobrog kvaliteta serije, a destimulisan za svaki otkriveni loš kvalitet u kasnijim operacijama (ovaj sistem je definisan normativnim aktima o kontroli i nagrađivanju).

Na osnovu ovako definisane funkcije linijskog kontrolora dobijamo sledeći sastav podataka:

- OOUR, organizaciona jedinica, radno mesto
- operacija u kojoj je definisan kva-



Sl. 5. Organizacija funkcije linijske kontrole

litet dela

- deo, radni nalog, broj komada
- pregledana količina
- definisanje vrste kvaliteta, dobar - loš
- pojedine vrednosti (dimenzije, tolerancije, obrada) prema zahtevu kontrolne tehnologije
- definisanje šifre greške lošeg kvaliteta
- definisanje uzroka lošeg kvaliteta
- definisanje ostvarenog efekta radnika

Na osnovu ovih podataka formira se sledeći krug informisanja u čijem se toku

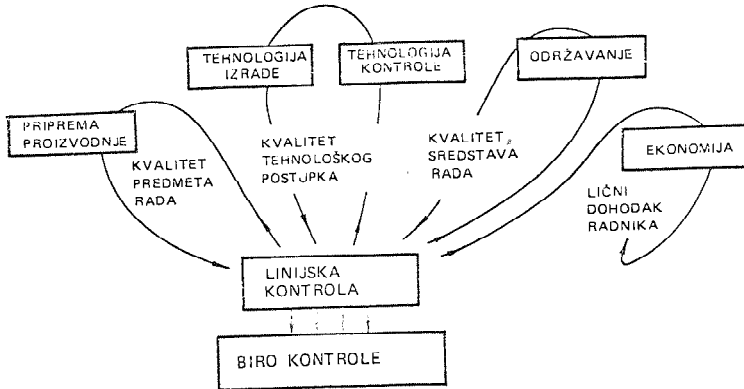
nalazi služba kontrole kvaliteta kao i petlje sa definisanim međusobnim odnosima koji su dati na sl. 6.

Ovaj ciklus i petlje kao i dokumenti koji obezbeđuju međusobne odnose omogućuju

- obezbeđenje jedinstvenog unapred zadanog nivoa kvaliteta u procesu proizvodnje
- identifikovanje ekstremnih slučajeva lošeg kvaliteta na delovima, među tehnološkim linijama, operacijama, radnim mestima, izvršiocima ...
- mogućnost definisanja trenutka preventivnog održavanja mašina, alata i uređaja

- tendenciju rasipanja obrađenih dimenzija u procesu proizvodnje
- definisanje najčešćih uzroka lošeg kvaliteta

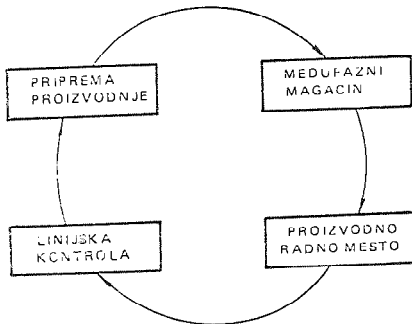
- identifikovanje sposobnosti tehnološke linije da ostvari projektovani kvalitet
- ostvarenje troškova lošeg kvaliteta



Sl. 6. Petlje dejstva linijske kontrole

- lični dohodak proizvodnog radnika
- stanje u magacinu poluproizvoda

- OOUR, identifikacioni broj dela
- radni nalog, ulaznica gotove robe



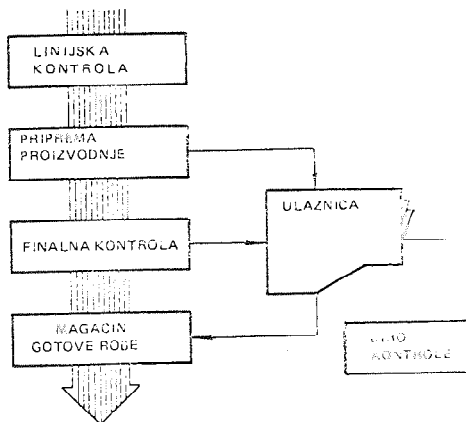
Sl. 7. Ciklus obezbeđenja kontinualnosti proizvodnje radnog mesta

Informacije finalne kontrole

U radnoj organizaciji finalna kontrola dejstvuje dvojako i to:

- verifikuje rad linijske kontrole
- vrši specijalna ispitivanja gotovih proizvoda

Verifikacija rada linijske kontrole vrši se prijemom završenih serija ispred magacina gotove robe i pri tom se formiraju sledeće informacije:



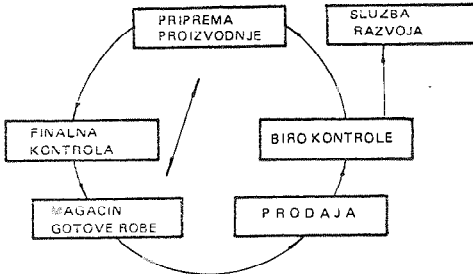
Sl. 8. Prijem gotove robe

- mesto i datum prijema, magacin u koji se upućuje gotova roba
- dostavljenu i pregledanu robu
- veličinu uzorka u kontrolnoj tački
- ocenu kvaliteta
- šifru linijskog kontrolora
- operacija na kojoj je nastao loš

kvalitet

- šifra greške i uzroka lošeg kvaliteta

Na osnovu ovih podataka formira se poslednji krug informisanja u čijem toku se nalazi služba kontrole kvaliteta:



Sl. 9. Ciklus realizacije proizvoda

Ovaj ciklus i dokumenta koja u njemu postoje omogućuju:

- ocenu rada linijske kontrole
- stanje u magacinu gotove robe
- stanje na tržištu
- korekcije upotrebne vrednosti proizvoda

Specijalna ispitivanja gotovih proizvoda - testiranje funkcionalnosti proizvoda vrši se povremeno na reprezentativnom uzorku koji se slučajno izabira od već primljenih proizvoda. Informacije koje se pritom dobijaju su:

- radni nalog, identifikacioni broj dela
- veličina koja se ispituje
- potrebna vrednost veličine koja se ispituje
- ostvarena vrednost

Ovako ispitivanje pruža mogućnost:

- utvrđivanja kvalitativnog nivoa procesa proizvodnje
- proveru efikasnosti primenjenog sistema kontrole kvaliteta
- dinamično praćenje trenda kvaliteta
- utvrđivanje konstruktivno-tehnološke karakteristike proizvoda

Način obrade podataka

Obzirom na stanje u radnoj organizaciji pre početka uvođenja elektronske obrade podataka obaviće se po etapama da bi se izbegle eventualnosti zbog:

- nedovoljne obučenosti i navike ljudi na zahteve elektronske obrade podataka
- prisutnosti improvizacije u upravljanju proizvodnim i pratećim funkcijama
- važnost ispravnog i šabloniziranog načina popunjavanja pratećih dokumenata
- nivoa obučenosti ljudi u čvorovima organizacije da adekvatno koriste obrađene podatke

Ove etape su:

PRVA ETAPA

Prva etapa uslovljena je završetkom pripremnih akcija za uvođenje elektronske obrade podataka kao što su:

- definisanje funkcija pojedinih službi u okviru OOUR i RZ u novoj organizaciji
- završetak obuke ljudi
- formiranje centra za AOP sa računarom
- prilagođavanje dokumentacije obradi na računaru
- formiranje minimalno potrebne matične datoteke
- formiranje programskih zahteva
- i dr.

Prve obrade podataka služe za kontrolu i korekciju sistema obrade i testiranje datih programskih zahteva u praktičnoj primeni. Ove i kasnije obrade u prvoj etapi ne eliminišu ručnu obradu podataka, tj. paralelan rad ručne i elektronske obrade karakteriše prvu etapu.

Na bazi globalnog plana sprovođenja elektronske obrade podataka u radnoj organizaciji u službi kontrole kvaliteta for-

miraju se podaci za tabelarne izveštaje:

- o pregledanoj, primljenoj i odbijenoj robi u ulaznoj kontroli (služi kao dodatna povratna informacija službi nabavke i služi birou kontrole za identifikaciju kvaliteta robe isporučioaca)
- o postignutom kvalitetu u procesu proizvodnje (služi birou kontrole za identifikaciju sistematskog uzročnika lošeg kvaliteta)

Izvorni dokumenti su posebni izveštaji kontrole kvaliteta o pregledanom i ustanovljenom kvalitetu pozicija i materijala koji se šifriraju i u snopu predaju u određenim terminima centru za ADP gde se posle prebacivanja na magnetnu traku i kontrole podataka vrši obrada prema programskim zahtevima.

DRUGA ETAPA

Druga etapu karakteriše integracija samostalnih obrada podataka u funkcionalne krugove izvora i korisnika podataka, niz ručnih obrada podataka je eliminisan, a pojedine izveštajne tabele dobijaju snagu dokumenata.

Prvi takav integracioni funkcionalni krug je definisan sl. 4.

Izvorni dokument formira nabavka uz sporazum sa dobavljačima sa osnovnim podacima o robi, ulazna kontrola identifikuje nivo kvaliteta i kvantiteta robe, magacin sirovina i polufabrikata skladiira primljenu robu, a priprema proizvodnje vrši trebovanje potrebne robe za proces proizvodnje, na osnovu svega nabavka ima informaciju o raspoloživim zalihama.

Na osnovu ovih podataka koji se obrađuju u određenim periodima omogućuju se:

- finansijske manipulacije nabavke
- ustanovljenje nivoa kvaliteta materijala i dobavljača sa karakteristikama ustanovljenog lošeg kvaliteta
- praćenje zaliha sirovina i polufabri-

kata sa svim izvedenim podacima odgovarajućim službama

Drugi integracioni funkcionalni krug dat je na sl. 7.

Izvorni dokument u ovom ciklusu formira priprema proizvodnje lansiranjem radnog naloga sa pratećom dokumentacijom, linijska kontrola verifikuje zahteve tehnološkog postupka i radnog naloga, a međufazni magacin skladiira delove po završetku tehnološkog postupka. Na osnovu podataka iz ovog ciklusa dobijaju se sledeće informacije:

- periodičan izveštaj pripremi proizvodnje o naručenom i izvršenom poslu (kardesk - dnevni, nedeljni, mesečni)
- periodičan izveštaj o evidentiranom kvalitetu u procesu proizvodnje sa vrstom i uzročnikom lošeg kvaliteta, sa mogućnošću jednodnevnih, nedeljnih ili mesečnih intervencija u sprečavanju daljeg već nastalog ili predviđenog lošeg kvaliteta (stimulisanje proizvodnih radnika za dobar kvalitet, sprečavanje rada na tehnološki nedozvoljen način - mašina, alat, uređaj, zahtev za preventivnim i interventnim održavanjem mašina radilica i dr.)
- stanje materijala u međufaznom skladištu

Treći integracioni funkcionalni krug dat je na sl. 9. I u ovom ciklusu izvorni dokument formira priprema proizvodnje na bazi izveštaja linijske kontrole u vidu ulaznice za magacin gotove robe, finalna kontrola verifikuje kvalitet gotovih proizvoda, magacin gotove robe skladiira i priprema robu za transport konačnom korisniku, prodaja dobija izveštaj o asortimanu i količini robe, a biro kontrole u zajednici sa službom razvoja dobija izveštaj o plasmanu na osnovu koga se formira

razvojni zadatak tipaža proizvoda i zahtev za projektovani nivo kvaliteta i pouzdanosti proizvoda.

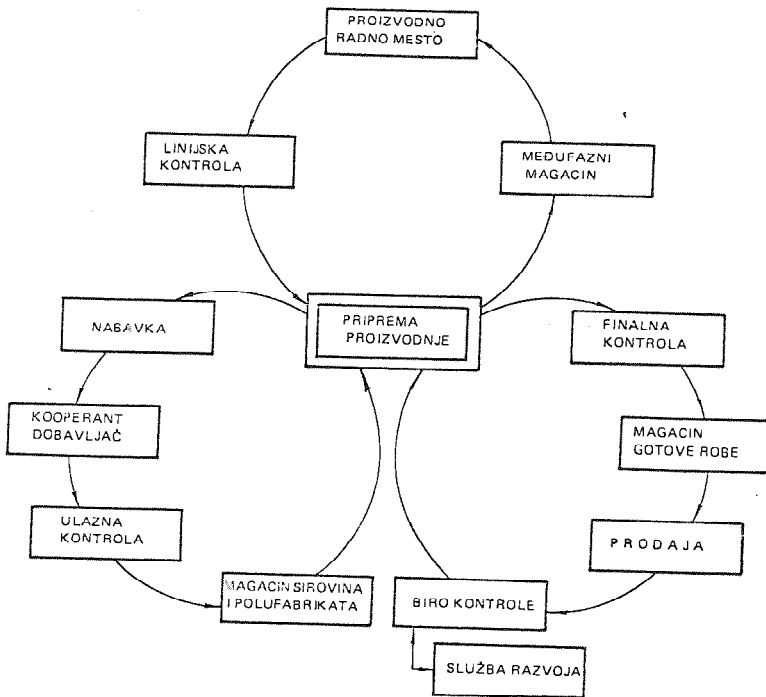
Ovaj ciklus pored već pomenutih izveštaja formira i sledeće:

- izveštaj o verifikaciji rada linijske kontrole
 - izveštaj o zalihama gotove robe
- U svim pomenutim ciklusima kao jedna

od karika uvek je prisutna priprema proizvodnje, ta činjenica neolovjava pojavu treće etape.

TREĆA ETAPA

U trećoj etapi sva tri funkcionalna kruga formiraju jedan veliki integracioni krug koji objedinjavanjem podataka briše granice kretanja pojedinih funkcionalnih celina, istovremeno nestaje dvojn-



Sl. 10 Integraciona funkcionalna veza službe kontrole kvaliteta u procesu rada radne organizacije

ne - paralelne obrade podataka, smanjuje se potreban broj dokumenata, automatizuje se ciklus upravljanja nabavkom, proizvodnjom i kontrolom, uvode se automatizovane mašine sa programskim upravljanjem sa tehnološkim postupkom koji je istovremeno i memorisan program za upravljanje procesom proizvodnje i sl.

Osnovni cilj celog ovog izlaganja bio je da se funkcija kontrole kvaliteta postavi tako da je u svakom trenutku u procesu reprodukcije počev od ulaza materijala pa do finalizacije i realizacije gotovog proizvoda na tržištu. Samo u ovakvom konceptu funkcija kontrole kvaliteta ima svoje puno opravdanje jer, operativno, može da utiče da se loš kvalitet

i troškovi zbog lošeg kvaliteta suzbiju u samom korenu, bez malo u samom početku nastajanja - kada se tiče konkretnog kvaliteta ili planskim akcijama na bazi statističkih veličina masovne obrade podataka kada se loš kvalitet organizaciono suzbija i pre njegovog nastajanja.

Ovakav pristup kao uslov postavlja mogućnost prikupljanja, obrade i distribucije podataka u relativno kratkom vremenu, što je moguće samo u sistemu automatske obrade podataka. Međutim, izbor računara, njegov kapacitet, jezički procesori, mogućnost rada sa više različitih kodova, veličina interne i eksterne memorije pa i raspored ulaznih jedinica ne zavisi u ovakvom sistemu od kontrole kva-

liteta pošto niz drugih funkcija van kontrole imaju daleko veću količinu podataka i zahteva, tj. kontrola kvaliteta koristi postojeću dokumentaciju i informacije u ciklusu nabavka - proizvodnja - realizacija dopunjujući ih podacima koji proističu iz njene funkcije.

Na bazi ovako formiranih podataka koji čine integracioni funkcionalni skup u okviru baze podataka radne organizacije, služba kontrole kvaliteta odgovarajućim programima izvlači potrebne podatke za analize, planske akcije, izveštaje i zaključke, a sve u cilju eliminisanja izvora lošeg kvaliteta i održavanja planiranog nivoa kvaliteta gotovog proizvoda.

L i t e r a t u r a:

- Izvodi iz pristupnog rada za predmet "Elektronska obrada podataka" odeljak "Obrazloženje službe kontrole kvaliteta" - organizaciono-kibernetiski smer na Ekonomskom fakultetu u Kragujevcu.

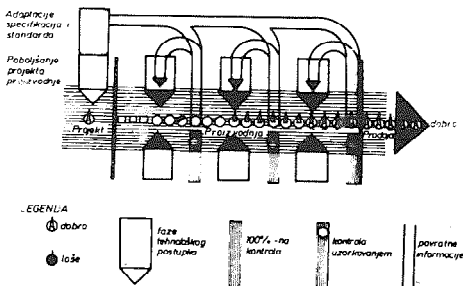
UPRAVLJANJE PROCESA I SISTEM OSIGURAVANJA KVALITETA
U ŽELEZARNI RAVNE

JOŽE RODIČ

Slovenske železarne - Železarna Ravne
YU-62390 Ravne na Koroškem, Jugoslavija

Članak opisuje razvoj kibernetskog informacionog sistema, osnovanog na ideji integralnog upravljanja kvaliteta i kombiniranog sa specijalno organiziranim metalurškim istraživanjima u Železarni Ravne. Sistem je opremljen kombinacijom glavnog kompjuterskog sistema IBM 4341 sa mrežom povezanih PDP - procesnih računala sa terminalima. Bogata iskustva prikupljena su na području kontrole i istraživanja prkajljivosti, mehaničkih svojstava, mikrostruktura, tehnoloških svojstava i uslova termičke obrade. Metodološki know-how za intergralno upravljanje kvalitetom i metalurška istraživanja, razvijen u Železarni Ravne je kratko predstavljen.

Kompleksni informacioni sistem razvijen u Železarni Ravne (1), osnovan na ideji integralnog upravljanja kvaliteta je šematski prikazan na slici 1.



Slika 1: Princip informacionog sistema sa integralnim upravljanjem kvaliteta

U ovaj sistem bile su uvedene i uspješno upotrebljavane različite metode matematičke statistike. U rutinsku upotrebu uključene su i različite vrste povratnih informacija koje upotpunjavaju informacioni sistem za osiguravanje i poboljšavanje kvaliteta.

Razvijen je specijalni metodološki princip za obradu informacija i planiranje istraživanja (1). Ovaj princip razvijen na osnovama metodoloških iskustava prikazuje slika 2.

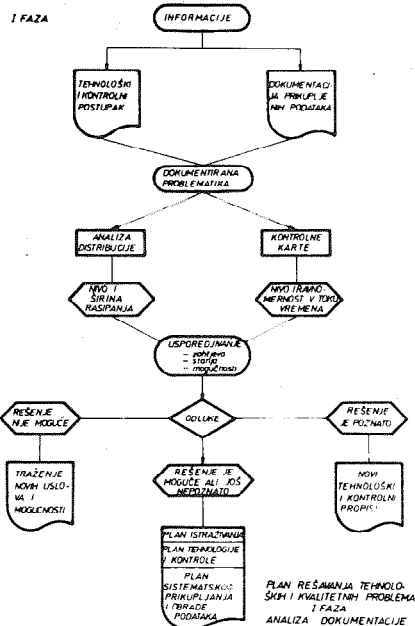
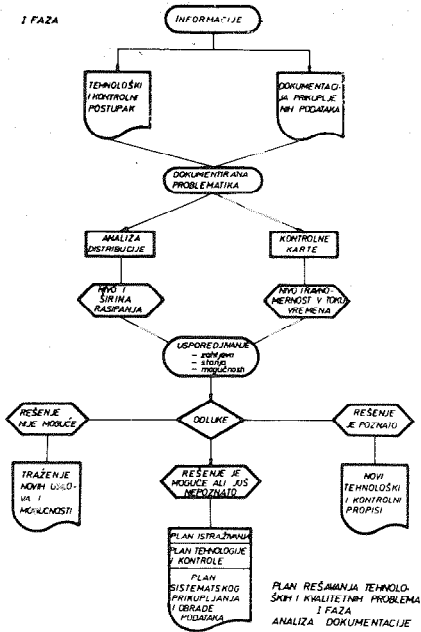
Kibernetiski informacioni sistem kombiniran sa specijalno organiziranim metalurškim istraživanjima predstavljao je veoma solidnu osnovu za kompjuterizaciju proizvodnje čelika, što donosi velike koristi na četiri osnovna područja:

- smanjivanje troškova sirovina,
- smanjivanje troškova za potrošnju energije,
- povećanje produktivnosti,
- poboljšanje nivoja i ravnomernosti kvaliteta.

Mreža računala sa terminalima u čelicani bila je instalirana i puštena u pogon u roku nešto manje od 18 meseci i troškovi celokupnog projekta bili su pokriveni u manje od 7 meseci upotrebljavanja ovog sistema.

Sistem koji djeluje u Železarni Ravne bio je već predstavljen i veoma uspješna iskustva bila su opisana u više publikacija (2, 3, 4, 5, 6).

Veoma efikasan tehnološki i ekonomski uspjeh je čvrsto dokazan.



Slika 2: Metodološki princip sistematskog rešavanja tehnoloških i kvalitetnih problema, kao i planiranje istraživanja za razvoj novih proizvoda i procesa.

Od samog početka bilo nama je jasno, da se poduzimanje mera za poboljšavanje ekonomičnosti proizvodnje ne podudara uvijek sa osiguravanjem kvalitetnih svojstava čelika. Ipak u prvoj fazi razvijeni i uvedeni su modeli za postizavanje optimalne ekonomičnosti proizvodnje, tek zatim počeli smo upotrebljavati ograničenja i promjene, tražene sa strane programa osiguranja kvaliteta.

Dobro poznavanje korelacija između svojstava i kemijskog sastava čelika, kao i tehnoloških uslova je veoma značajno. To poznavanje predstavlja veoma opsežan program naših istraživačkih djelatnosti. Ovo područje aktivnosti predstavlja kompleksan dinamički sistem povezivanja kontrole kvaliteta, ispitivanja i analiziranja, formiranja i punjenja banke podataka, sistematičkih statističkih analiza i povratnih informacija za napredak u cilju ravnomernije i bolje kvalitete.

Glavne metode upotrebljavane za statističke analize u vrednovanju kvaliteta i za prezentiranje rezultata ili predodređivanje svojstava u informacionom sistemu

povratnih informacija prikazuju slike 3 i 4.

Nomogrami na slici 3 konstruirani su direktno iz regresijskih jednačina izlaznog protokola glavnog računala, koristeći banku podataka kontrole i istraživanja ili specialno prikupljene podatke u istraživanju.

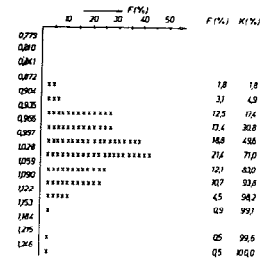
Za prikaz na slici 4 upotrebljavamo regresijsku jednačinu programiranu za tabeliranje pomoću stolnog ili džepnog računala (kao na primer HP 97/HP 67 ili HP 41c). To je metoda koja omogućava veoma brzo i pristo računanje i tabeliranje pa se zbog toga preporučuje za prikazivanje pojedinih utjecaja.

U sledećem želimo samo nametnuti neka područja upotrebe tih metoda u kontroli kvaliteta, istraživanju i predodređivanju svojstava, na osnovu prethodno analiziranih podataka (7,8):

- kontroliranje i osiguravanje prokaljivosti hemijskim sastavom,
- rešavanje problema prokaljivosti u vezi sa specifikacijama garantirane prokaljivosti između potrošača i proizvođača,
- pojasevi garantirane prokaljivosti,
- analize procenjivanja prihvatljivosti

ŽELEZARNA RAVNE - ADP
 OZNAKA NEKAD DATUM IŠTRAŽIVANJA
 OBIMNA 1877 ANALIZA DISTRIBUCIJE GRUPNI PODACIMA I
 OBIMNA ZA ANALIZU ČELIKA Č.132
 MESTA KONTROLNA MESTO IŠTRAŽIVANJA I
 BROJ PODACIMA N = 224
 SREDNJA VREDNOST \bar{x} = 108
 SREDNJA DEVIJACIJA S = 0,022
 KOFICIJENT VARIJACIJE V = 0,020%
 DONJA GRANIČNA $x = 25$ DOHVA GRANIČNA 95% $x = 198$ S = 0,020%
 GORNJA GRANIČNA $x = 35$ LPTZ DOHVA GRANIČNA 95% $x = 198$ S = 1,193%
 BIVARIJANTNA GRANIČNA (177) SU VREDNOSTI 1,220 1,250
 DISTRIBUCIJA JE NORMALNA GAUSSOVA

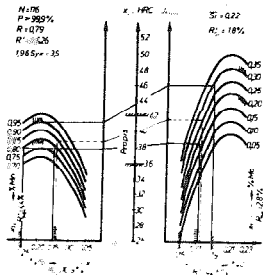
ŽELEZARNA RAVNE - ADP
 OZNAKA NEKAD DATUM IŠTRAŽIVANJA
 OBIMNA 1877 ANALIZA DISTRIBUCIJE GRUPNI PODACIMA I
 OBIMNA ZA ANALIZU ČELIKA Č.132
 MESTA KONTROLNA MESTO IŠTRAŽIVANJA I
 BROJ PODACIMA N = 224
 SREDNJA VREDNOST \bar{x} = 108
 SREDNJA DEVIJACIJA S = 0,022
 KOFICIJENT VARIJACIJE V = 0,020%
 DONJA GRANIČNA $x = 25$ DOHVA GRANIČNA 95% $x = 198$ S = 0,020%
 GORNJA GRANIČNA $x = 35$ LPTZ DOHVA GRANIČNA 95% $x = 198$ S = 1,193%
 BIVARIJANTNA GRANIČNA (177) SU VREDNOSTI 1,220 1,250
 DISTRIBUCIJA JE NORMALNA GAUSSOVA



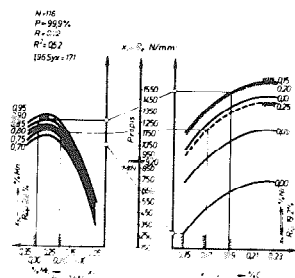
Dobiveni rezultat analize distribucije na izlaznom protokolu računara

KARTA	KARTA
2010	1
2011	2
2012	3
2013	4
2014	5
2015	6
2016	7
2017	8
2018	9
2019	10
2020	11
2021	12
2022	13
2023	14
2024	15
2025	16
2026	17
2027	18
2028	19
2029	20
2030	21
2031	22
2032	23
2033	24
2034	25
2035	26
2036	27
2037	28
2038	29
2039	30
2040	31
2041	32
2042	33
2043	34
2044	35
2045	36
2046	37
2047	38
2048	39
2049	40
2050	41
2051	42
2052	43
2053	44
2054	45
2055	46
2056	47
2057	48
2058	49
2059	50
2060	51
2061	52
2062	53
2063	54
2064	55
2065	56
2066	57
2067	58
2068	59
2069	60
2070	61
2071	62
2072	63
2073	64
2074	65
2075	66
2076	67
2077	68
2078	69
2079	70
2080	71
2081	72
2082	73
2083	74
2084	75
2085	76
2086	77
2087	78
2088	79
2089	80
2090	81
2091	82
2092	83
2093	84
2094	85
2095	86
2096	87
2097	88
2098	89
2099	90
2100	91
2101	92
2102	93
2103	94
2104	95
2105	96
2106	97
2107	98
2108	99
2109	100

Primer kontrolne karte x-Rp na izlaznom protokolu računara



Primer analize regresije za utjecaj hemijskog sastava na tvrdinu protokolu čelika

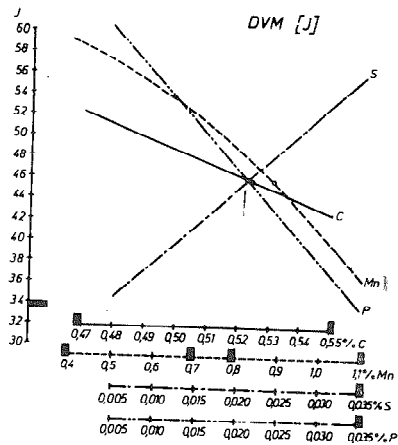


Primer analize regresije za utjecaj hemijskog sastava na granicu razvlačenja čelika za cementaciju

Slika 3: Primjeri glavnih statističkih metoda

- kvalitetnih prijemnih uslova,
- mehanička svojstva i tvrdoće u zavisnosti od hemijskog sastava, termičke obrade i drugih tehnoloških parametara,
- svojstva kod kaljenja i popuštanja,
- metalografska kontrola i istraživanja proizvoda i tehnologija,
- posebno razvijene metode za istraživanje i ispitivanje alatnih čelika,
- tehnologija izrade čelika i plastične prerade u vrućem.

Primjeri kombinacija gare pomenutih područja istraživanja su veoma brojni.



Slika 4: Utjecaj hemijskog sastava na žilavost Cr-V konstrukcionog čelika (uzdužni uzorci).

Zaključci

Železarna Ravne je počela pre 15 godina razvijati i upotrebljavati kompjuterizirane tehnike u kontroli kvaliteta u svojoj proizvodnji čeličnih proizvoda. U prvom planu bila su metalurška istraživanja korelacija između svojstava i hemijskog sastava čelika. Razvijena je bogata banka podataka iz proizvodnje i kontrole. Na osnovu informacija iz banke podataka razvijena je u Železarni Ravne metodika koja omogućava predodređivanje svojstava iz hemijskog sastava i tehnoloških utjecaja. Pomoću upotrebe te metodike Železarna Ravne došla je do mogućnosti razvoja sposobnosti specifikiranja posebnih intervala hemijskog sastava za postizavanje ciljanih svojstava. Uvodjenjem upravljanja proizvodnje procesnim računarom u 1977. godini u Železarni Ravne bio je postignut značajni napredak pre svega na području izračunavanja i optimiranja legirnih dodataka. Železarna Ravne i sada proširuje kompjuterski sistem na bazi dosadašnjih iskustava za napredak proizvodnje i kvalitete. Novo područje predstavlja implementacija kompjuterskog sistema sa ciljem razvijanja mogućnosti automatizacije procesa električnog pretapanja pod troškom.

Statističke metode bile su uspješno upotrebljavane za veoma različita svojstva.

Prezentiranje regresijskih analiza pomoću nomograma je veoma povoljna za potrebe istraživača. Na tom području Železarna Ravne raspolaže sa obimnim iskustvom. U posljednje vreme više se upotrebljava novi postupak za kompjuterizirani informacijski sistem kombinirajući statističke analize iz banke podataka na glavnom računaru i programiranja regresijskih jednačina na malom portabelskom računaru sa mogućnošću programiranja. Pomoću ovog načina tehničari su opremljeni za diskusiju o svojstvima čelika, o mogućim utjecajnim faktorima bilo kada koristeći džepni kalkulator sa magnetnim karticama. Iskustva pokazuju, da je kod dobro uvedenog know-how sistema postupak prost i brz, kao i vrlo efikasan. Taj postupak postaje svakodnevna praksa i daje nove mogućnosti bilo kome koji radi na području svojstava čelika i tehnologije proizvodnje - a to je proizvodjač i potrošač čelika.

Literatura

1. Rodič J. Sistemi kontrole in metodika reševanja tehnoloških problemov (Control systems and methodology of solving the technological problems). The 9th Metallurgical Conference, May 31.- June 1. 1968 in Portorož, Yugoslavia, and: Železarski zbornik 2 (1968), No.3, pp. 153 - 163.
2. Šegel J. Approaches to computer control in meltshop steelmaking. Third International Iron and Steel Congress 1978, Chicago, U. S. A.
3. Bratina J. Računalniško upravljanje električne moći obločnih peći (Computer control of power of electric arc furnaces), Železarski Zbornik 12 (1978), No. 4, pp. 137 - 142.
4. Šegel J. Učinek uporabe procesnega računalnika v procesu legiranja jekla (Effect of application of process computer in the steel alloying process). Želczarski Zbornik 13 (1979), No. 1, pp.7-18.
5. Rodič J., J. Šegel. Application of a meltshop process computer system for quality control functions. The sixth International Conference on Special Melting, April 24th 1979 - San Diego, California, USA.
6. Rodič J., J. Šegel, D. L. Schroeder. Computer aided quality assurance (prepared for Iron and steel Society AIME - Electric Furnace Conference, Dec. 1981)
7. Rodič J., J. Šegel. Process control and quality assurance - a presentation of know-how developed in Železarna Ravne 1980. (Unpublished report available by authors on request)
8. Sale catalogue of Železarna Ravne computer program packages: Computer supported systems for the production and process control.

OPERATIVNA GOTOVOST TEŠKIH VOZILA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA

Spasoje Ružanović
Rudnik bakra Majdanpek

Jovan Todorović
Mašinski fakultet, Beograd

U saopštenju je analizirana postignuta operativna gotovost teških vozila na površinskom kopu u Majdanpeku. Dat je osvrt na uticajne faktore od kojih zavisi nivo operativne gotovosti, na osnovu čega se organizacijskim merama i politikom održavanja može postići ekonomičniji rad teških vozila.

1. UVOD

Transport iskopina na površinskom kopu u Majdanpeku od njegovog otvaranja 1958. godine do danas, vršen je isključivo teškim vozilima. U zavisnosti od porasta proizvodnje, menjani su kapaciteti vozila, dok je vozni park uglavnom imao od 35 do 45 vozila. Prednosti transporta vozilima u odnosu na trake i železnicu su višestruke: kratak period nabavke i brzo uključivanje u proizvodnju, velika manipulativna sposobnost, mogućnost promene kapaciteta kod novih nabavki nezavisno od već postojećeg voznog parka, nezavisnost rada pojedinih vozila od ispravnosti drugih i dr.

Zahvaljujući ovim prednostima i relativno niskoj ceni goriva, kao i sve široj primeni površinske eksploatacije u rudnicima, teška vozila su doživela intenzivan razvoj. Za samo desetak godina kapaciteti su porasli od 25 do 150 tona. U njihovoj konstrukciji su primenjavana najnovija tehnička dostignuća iz mašinstva, tehnologije, elektrotehnike, elektronike i dr.

Troškovi transporta su u zavisnosti od uslova eksploatacije učestvovali sa oko 50% u ceni proizvodnje rude. Medjutim sa pojavom krize energije korišćenje teških vozila dolazi u drugačiju poziciju ekonomičnosti. Ne zna se tačno kako će se kretati cena nafte, ali je sigurno da će transport vozilima svakim danom biti sve skuplji.

Vozila su veliki potrošači dizel goriva i drugih proizvoda, čije cene direktno zavise od cena nafte (ulje, pneumatici). Učešće transporta u ceni proizvodnje rude u 1980. godini bilo je 62%. Zbog pogoršane ekonomičnosti u poredjenju sa drugim vrstama transporta, kao i mogućnosti nedostatka dizel go-

riva u nekom momentu, većina rudnika traži novo rešenje za prevoz materijala (trake, trolini sistem napajanja elektroenergijom i dr.).

Medjutim, nemoguće je u potpunosti eliminisati transport vozilima, a posebno ne u rudnicima metala, u kojima je obavezno miniranje, tehnologija eksploatacije zahteva uzimanje materijala sa različitih mesta u kratkim vremenskim intervalima te su promenljive relacije transporta. Može se samo smanjiti udeo transporta vozilima, ali i to nije moguće realizovati za kraći vremenski period. U tabeli 1. data je struktura cena jednog časa rada vozila nosivosti 150 tona u Majdanpeku, uporedno za 1974 i 1980. godinu. Poredjenje je izvršeno sa 1974 godinom, jer do tog perioda porast troškova ima usmeren tok. Za šest godina apsolutna vrednost cene časa rada vozila je porasla za 345%. Najveći uticaj na ovaj porast imale su cene vozila, koje su u 1981. godini dostigle cifru od 32.000.000 dinara (novih) po vozilu, zatim gorivo i materijal za održavanje, posebno rezervni delovi. Sporiji porast učešća maziva i pneumatika u ceni transporta, rezultat je smanjenja potrošnje ova dva materijala, odnosno boljeg i racionalnijeg poslovanja. U 1980. godini troškovi transporta iskopina u Majdanpeku za vozni park od 39 vozila iznosili su 860 miliona dinara.

U 1981. godini se očekuje dalje povećanje. U tabeli br. 2 dato je kretanje cena vozila, goriva i pneumatika kao najuticajnijih parametara troškova.

Iz svih navedenih razloga u prvi plan se nameće pitanje optimalnog korišćenja vozila. Mogućnosti za smanjenje cene transporta teškim vozilima ima više, ali se sažeto mogu svesti na: produžavanje optimalnog veka korišćenja,

povećanje stepena iskorišćenja i smanjenje troškova eksploatacije i održavanja.

Tabela br.1 STRUKTURA CENE RADA VOZILA OD 150 t.

VRSTA TROŠKA	1974		1980		Povećanje
	Din./h	% učes.	Din./h	% učes.	
1	2	3	4	5	6
AMORTIZACIJA	206	11,7	1.154	19	5,83
MATERIJALNI TROŠKOVI	864	49,1	2.843	46,8	3,29
GORIVO	315	17,9	1.676	27,6	5,32
MAZIVO	99	5,6	114	1,9	1,15
PNEUMAT.	245	13,9	406	6,7	1,66
ODRŽAVA.	205	11,7	647	10,6	3,16
LIČNI DOHODAK I OBAVEZE	690	39,2	2.078	34,2	3,01
UKUPNO	1.760	100	6.075	100	3,45

Radni vek vozila se može definisati u vidu vremenskog perioda u kome je ono rentabilno za korišćenje ili brojem časova rada koje može postići za to vreme. Više dosadašnjih

Tabela br. 2 KRETANJE CENA OSNOVNIH TROŠKOVA

VRSTA TROŠKA	1974	1980	1987	Povećanje
1	2	3	4	5
VOZILO Din. x 1000	5.150	28.850	32.000	6,21
DIZEL GORIVO [Din./L]	3,00	16,50	22,50	7,50
PNEUMATICI [Din./kom.]	98.000	177.000	330.000	3,37

analiza rada vozila različitih nosivosti, nametnule su zaključak da je vremenska granica korišćenja vozila u našim uslovima osam godina. Posle tog perioda su mali stepeni iskorišćenja usled čestih otkaza, dolazi do zamora osnovnih sklopova (šasije, tovarni sanduci, pogonski mostovi), konstrukcija zastareva što otežava nabavku delova i održavanje itd. To ne znači da ne treba tražiti rešenja za produžavanje perioda korišćenja, ali su veće mogućnosti u povećavanju stepena iskorišćenja u periodu od osam godina.

Zbog visokih nabavnih cena vozila, u svim rudnicima je uglavnom situacija takva da za transport nema rezervnih kapaciteta, već se sva vozila koriste tako da i proizvodnja di-

rektno zavisi od stanja voznog parka. Prema tome, najefikasniji put za smanjenje troškova transporta teškim vozilima je povećavanje gotovosti voznog parka. Na taj način bi se isti efekti transporta postigli sa manjim brojem vozila i smanjile bi se investicije. Pošto je jedan od uslova za povećavanje gotovosti smanjenje vremena u otkazu, veća gotovost znači i smanjenje specifičnih troškova održavanja.

2. OPERATIVNA GOTOVOST

Gotovost sistema predstavlja meru stanja sistema u smislu efikasnosti stupanja u dejstvo i ostvarenja izlaznih veličina sistema. Operativna gotovost predstavlja verovatnoću da će sistem uspešno stupiti u dejstvo u trenutku potrebe i ona je određena odnosom ukupnog vremena u radu sistema i ukupnog vremena trajanja, posmatranog dela sistema:

$$OG = \frac{T_{ur}}{T_{ur} + T_{uo}} = \frac{1}{1 + \frac{T_{uo}}{T_{ur}}} \quad \text{gde je:}$$

T_{uo} - ukupno vreme u otkazu sistema

T_{ur} - ukupno vreme u radu sistema.

Operativna gotovost ukazuje na potrebu ostvarenja uslova u radu sistema koji daju maksimalno vreme u radu i minimalno vreme u otkazu. Za slučaj koji se posmatra, tj. za vozni park teških vozila na površinskim kopovima ovo se može ostvariti putem:

- adekvatnog izbora vrste i tipa vozila za odgovarajuće uslove rada, nastojeći da se usavršavanjem i poboljšanjem konstrukcije obezbedi što bolja usaglašenost sa potrebama,
- pažljivog i osmišljenog ispitivanja i praćenja vozila u eksploataciji i podešavanjem postupaka njihovog korišćenja, rukovanja i održavanja,
- primene optimalnih politika održavanja i kvalitetnim izvodjenjem svih propisanih postupaka održavanja.

Kao što se vidi, visoka operativna gotovost može da se postigne samo sa vozilima koja odgovaraju stvarnim potrebama, pod uslovom da se obezbedi njihovo rukovanje i održavanje u skladu sa utvrdjenim kriterijumima optimalnosti. Time se obezbedjuje i maksimalna efektivnost ovih značajnih sistema, odnosno visoki ekonomski efekti.

U sledećem odeljku dat je prikaz i komentar nekih rezultata ostvarenih u radu vozila na površinskom kopu u Majdanpeku.

3. POSTIGNUTI REZULTATI

Da bi se razmotrili rezultati rada vozila u 1980. godini i na osnovu toga sagledale mogućnosti za njihov efikasniji rad, treba nešto re-

ci o uslovima eksploatacije i održavanja na površinskom kopu u Majdanpeku.

lometra, što takodje ima nepovoljnih posledica na sinhronizaciju održavanja.

Tabela br.3. REZULTATI RADA TEŠKIH VOZILA U 1980 GODINI

Mesec	VREME			STRUKTURA ZASTOJA								
	Moguće	Rospo- loživo	Zastoja	Planski ser- vis	Dizel motor	Elektro- prenos	Kočni- ce	Hidrau- lični si- stem	Pneu- matici	Pomoć- ni sis- temi	Veša- nje	Ostalo
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I	14.720	7.319	7.401	1.043	4.113	696	92	497	376	321	98	165
II	14.304	6.937	7.367	212	4.932	489	64	428	361	294	460	127
III	17.856	8.966	8.890	372	4.612	2.228	156	268	600	209	76	369
IV	17.280	10.769	7.111	1.006	3.023	1.141	195	512	571	200	31	492
V	17.856	11.821	6.035	467	2.895	1.381	170	214	136	105	17	650
VI	17.280	10.190	7.090	778	2.354	2.358	136	745	328	179	25	187
VII	17.856	10.329	7.527	493	2.439	1.991	169	1.053	523	324	96	439
VIII	17.856	10.309	7.547	258	2.681	1.467	184	1.012	521	243	957	230
IX	17.280	9.583	7.697	921	2.782	1.337	176	479	705	174	810	373
X	17.856	9.525	8.331	452	3.276	2.471	286	266	420	269	132	759
XI	17.280	8.294	8.986	360	6.008	894	302	381	370	421	63	185
XII	17.856	8.436	9.420	875	4.199	1.903	385	608	275	322	149	704
1980	205.280	111.878	93.402	7237	43.314	18.356	2.255	6.465	5.126	3.061	2.908	4.680
% učes- tva	100	54,5	45,5	7,75	46,37	18,65	2,42	6,92	5,49	3,28	3,11	5,01

Eksploatacija vozila se vrši u tri smene u toku cele godine. Klimatski uslovi su veoma nepovoljni. Zime nisu oštre ali obiluju padavinama. Proleća i jeseni su takodje kišovi-
vita, tako da su oko pet meseci putevi naka-
vašeni ili sa blatom. Površinski kop je du-
binskog tipa, sa prevozom materijala uz uspon,
što za posledicu ima veliki broj krivina na
putevima.

Održavanje je organizovano takodje u tri sme-
ne, prateći proizvodnju, ali ne istog nivoa
u svim smenama. Prva smena je najkompletni-
ja. U drugoj smeni za održavanje nekih sis-
tema (motori, generalne opravke sklopova),
postoje samo dežurstva, dok u trećoj jedi-
no održavanje pneumatika ima kompletnu eki-
pu, a ostale grupe samo dežurstva radi sit-
nih intervencija dok složena čekaju prvu
smenu.

Održavanje je podeljeno na preventivno, te-
kuće i pripremu sklopova za obe prethodne
grupe. Mada se već više godina radi na tome
da se održavanje organizuje po sistemu zame-
ne gotovih sklopova, veliki broj manjih
sklopova se opravljaju na samom vozilu, što
produžava zastoje i snižava kvalitet.

Snaževanje rezervnim delovima je preko kon-
signacija, direktno od proizvođača i na do-
maćem tržištu. Veoma su česti zastoji zbog
čekanja na rezervne delove.

Objekti za održavanje su sticajem okolnosti
na dva lokaliteta na udaljenosti od dva ki-

U tabeli br. 3 dati su postignuti rezultati
dela voznog parka, od 24 vozila u 1980. go-
dini. Ceo vozni park je imao 39 vozila, ali
su iz razmatranja isključena 11 vozila, sta-
rija od šest godina i 4 vozila uključena u
eksploataciju sredinom 1980. godine. Ovo je
učinjeno da bi se iz razmatranja isključili
ekstremni slučajevi, kako loših, tako i dob-
rih rezultata. Moguće vreme se računa 24 ča-
sova dnevno, obzirom da je proizvodnja ne-
prekidna u svim klimatskim uslovima. Prema
navedenoj formuli operativna gotovost za ovaj
deo voznog parka je iznosila:

$$OG = \frac{1}{1 + \frac{t_{uo}}{t_{uc}}} = \frac{1}{1 + \frac{93.402}{111.878}} = 0,545$$

Zastoji vozila u ukupnom vremenu učestvuju sa
45,5%. U tabeli br. 3 data je struktura zas-
toja prema uređajima i sistemima radi kojih
su nastali. U ukupnom vremenu zastoja planski
održavanje učestvuje sa 7,75%, a neplanski
sa 92,25%. Rezerve za povećavanje operativne
gotovosti leže u smanjenju učesća neplanskih
otkaza uz povećavanje učesća planskog održa-
vanja. Najveće učesće u neplanskim zastojima
ima dizel motor, zatim slede elektro - prenos,
hidraulični sistem, pneumatiki itd. Svakako
da su i mogućnosti za promene najveće kod zas-
toja dizel motora i elektro-prenosa.

U tabeli br. 4 data je struktura zastoja di-

zel motora i elektro-prenosa, čime se dobija bolja slika odnosa aktivnog rada i čekanja na otklanjanje pojedinih vrsta kvarova. Čekanja su posledica nedostatka rezervnih delova i sklopova ili radioničkih kapaciteta za obavljanje opravki. Čekanje kod elektro

Tabela br.4 STRUKTURE ZASTOJA
DIZEL MOTORA I
ELEKTRO PRENOSA

Sklop	Vrsta zastoja	Vreme zastoja	Učešće u zastoju %	
			Vozila	Sklopa
1	2	3	4	5
Dizel motor	Intervencije na vozilu	10.555	11,3	24,37
	Zamena dizel motora	3.364	3,6	7,77
	Čekanje zbog kvara u II i III smeni	5.278	5,65	12,78
	Nedostatak motora ili kapaciteta	24.117	25,82	55,68
	UKUPNO	43.314	46,97	100
Elektro prenos	Intervencije na vozilu	10.230	10,95	55,73
	Zamena vučnih motora	1.920	2,06	10,46
	Čekanje -nedostatak motora	6.206	6,64	33,87
	UKUPNO	18.356	19,65	100

prenosa iznosi 33,81%, a kod dizel motora čak 55,68%.

4. MOGUĆNOST POVEĆAVANJA OPERATIVNE GOTOVOSTI

Putevi za povećavanje operativne gotovosti vozila, kao što je već rečeno su:
- adekvatan izbor vrste i tipa vozila za odgovarajuće uslove rada i kasnije usavršavanje i poboljšanje konstrukcije u cilju što boljeg usaglašavanja sa potrebama,
- pažljivo i osmišljeno ispitivanje i praćenje vozila u eksploataciji i podešavanje postupaka njihovog korišćenja, rukovanja i održavanja i
- primena optimalne politike održavanja i kvalitetno izvođenje svih postupaka održavanja.

U okviru svakog od navedenih puteva ima mesta istraživanjima sa ciljem smanjenja vremena u otkazu. Iskustva na površinskom kopu u Majdanpeku, a ona sa malim razlikama važe i za ostale površinske kopove u zemlji, o ovim mogućnostima su sledeća:
Veoma je važno izabrati vozila sa što jednostavnijim sistemima, koji će zadovoljiti neophodne uslove funkcionalnosti i bezbednosti. Na taj način će se brže i uspešnije organi-

zovati obuke kadrova i održavanje. Na tržištu se vozila nude sa različitim standardnom opremom i dodatnom po izboru. Bitno je dobro proučiti uslove eksploatacije i održavanja da bi se zaključilo koja od dodatne opreme je neophodna i korisna, a koja čak može stvoriti probleme u održavanju. Na primer, uređaj za klimatizaciju vazduha u kabini daje prednosti sa ergonomskog aspekta, ali je posebna i složena jedinica za održavanje. Sistemi za podmazivanje mogu biti centralni koji obezbeđuju kontinualno podmazivanje svih mesta na vozilu, ali je potrebno predvideti i njihovo održavanje da ne bi bili uzročnici zastoja vozila. Pneumatici se mogu automatski dopumpavati u toku rada ili prilikom kontrole za vreme kraćih pauza. Komandne kočnice mogu biti odvojene ili preko jedne pedale. Hidraulični sistemi za upravljanje i kipanje mogu biti odvojeni ili centralni itd. Kvalitet izvođenja je u domenu proizvođača vozila, ali na njega može uticati i korisnik preciznim definisanjem zahteva za izvođenje pojedinih sistema da bi oni dali najbolje rezultate za date uslove. Nakon uključivanja vozila u eksploataciju potrebno je sprovesti eksploatacionu istraživanja radi provere pogodnosti primene i funkcionisanja svih sistema, sagledavanje potrebnih rekonstrukcija i boljih definisanja zahteva prilikom sledećih nabavki vozila. Eksploatacionim istraživanjima moraju, zavisno od uslova, precizno definisati svi normativni preventivnog održavanja. Na primer, tek nakon analiza rezultata u datim uslovima treba odrediti intervale zamene ulja, filtera i podešavanje pojedinih sistema. Ovim istraživanjima treba definisati i optimalne vekove pojedinih delova i sklopova.

Najveću pažnju posvetiti politici održavanja sa ciljem kvalitetnog izvođenja svih postupaka održavanja. Za razradu tehnologije i sprovođenje planskog preventivnog održavanja angažovati najkvalitetnije kadrove. Duži zastoji za plansko preventivno održavanje će se višestruko isplatiti kroz smanjenje vanrednih zastoja i smanjenje troškova sa smanjenjem broja kvarova. Preventivno održavanje treba unapredjivati u sledećim pravcima. Maksimalno moguć broj intervencija održavanja organizovati na terenu, opremanjem pokretnih radionica sa specijalnim alatima i instrumentima za kontrolu. Time će se smanjiti prazni hodovi do radionica, smanjiti potrošnja goriva i povećati vreme efekativnog rada. Održavanje organizovati po sistemu gotovih sklopova. Obzirom da vreme opravki sklopova ne utiče na zastoju vozila, može im posvetiti dovoljna pažnja da bi se postigao najviši nivo kvaliteta. Pripremu gotovih sklopova proširiti i do najmanjih tako da se opravke na vozilu svedu samo na zamene uz minimalne zastoje. Za smeštaj gotovih sklopova i optimalne količine rezervnih delova izraditi odgovarajuća i funkcionalna skladišta. Za veće sklopove (dizel motori, generatori, vučni motori, cilindri) izgraditi

specijalizovane radionice za potrebe više rudnika. Time će se koncentracijom kadrova, boljim opremanjem radionica i većom produktivnošću postići viši kvalitet opravki uz niže cene. Za povećavanje operativne gotovosti maksimalnu pažnju treba posvetiti i načinu eksploatacije. Konstrukcija i održavanje puteva mora biti usaglašena sa karakteristikama vozila. Moraju se precizno definisati i kontrolisati režimi vožnje na svim deonicama puteva. Na taj način će se smanjiti broj kvarova, smanjiti potrošnja goriva, pneumatika i maziva. Planove rada, praćenje rada, troškova i drugih parametara svesti na svako vozilo pojedinačno jer je ono za to dovoljno velika jedinica. Sva prethodna razmatranja nameću zaključak da su mogućnosti za povećavanje operativne gotovosti teških vozila velike, a time i mogućnosti za smanjenje cene transporta na površinskim kopovima. Sva istraživanja u ovoj oblasti su veoma aktuelna obzirom da se na površinskim kopovima u našoj zemlji u eksploataciji nalazi nekoliko stotina teških vozila sa tendencijom daljeg povećavanja.

5. ZAKLJUČAK

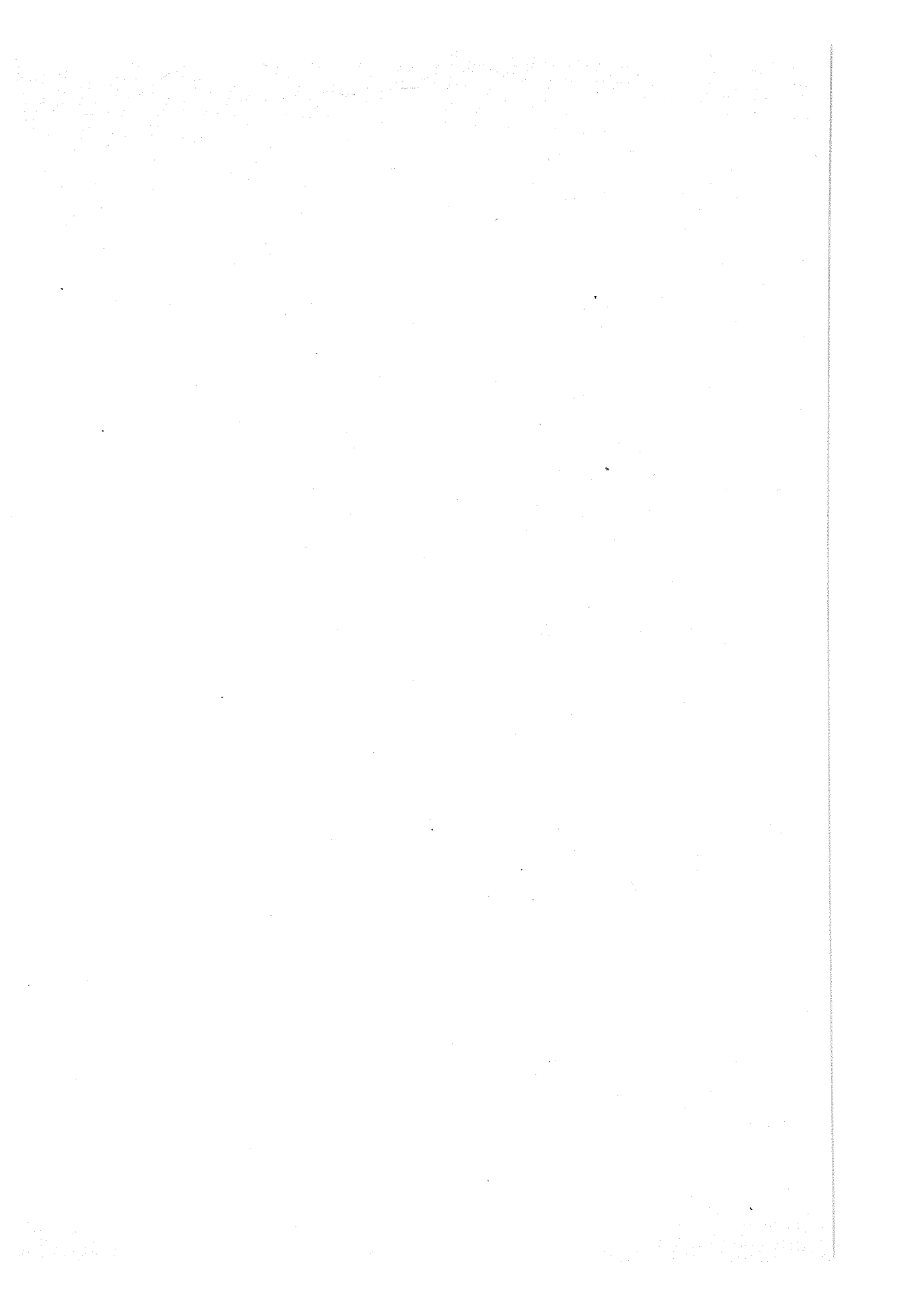
Efekti povećavanja operativne gotovosti mogu se ilustrovati na primeru posmatrane grupe vozila na površinskom kopu u Majdanpeku. Da su se uspeli eliminisati samo zastoji čekanja na sklopove u 1980. godini u iznosu od 30.323 časova operativna gotovost ove grupe vozila bi iznosila 0,693, ista proizvodnja bi se ostvarila sa 5 vozila manje, a efekti samo na amortizaciji u 1980. godini iznosili 26.855.000 dinara, a za ceo vozni park od 39

vozila oko 40.000.000 din. Može se zaključiti da za smanjenje troškova transporta iskopina na površinskim kopovima postoje velike mogućnosti. Te mogućnosti se mogu realizovati povećavanjem operativne gotovosti voznih parkova. U tom smislu treba preduzeti sledeće:

- izvršiti detaljna ispitivanja uslova eksploatacije i održavanja u cilju adekvatnog izbora vozila,
- izvršiti eksploataciona istraživanja sa ciljem poboljšavanja i usaglašavanja konstrukcije sa potrebama i određivanja optimalnih vekova sklopova, sistema i vozila.
- politikom održavanja težište baciti na planско preventivno održavanje. Što je moguće veći deo kontrola i intervencija obavljati na terenu, a ostalo održavanje razviti po sistemu zamene gotovih sklopova. Za delove i sklopove obezbediti odgovarajuća skladišta i
- izgraditi specijalizovane radionice za opravke većih sklopova.

LITERATURA:

1. Arhiva na površinskom kopu u Majdanpeku
2. J. Todorović, D. Zelenović
"Efektivnost sistema u mašinstvu", Beograd 1981. godine.



TROŠKOVI ALATA I UKUPNI TROŠKOVI OBRADE U FUNKCIJI POUZDANOSTI
ALATA KOD PROTOČNIH AUTOMATSKIH LINIJA

SAVA St. SEKULIĆ

Fakultet tehničkih nauka
Univerzitet u Novom Sadu
Jugoslavija

U radu se izlaže prilaz određivanju ukupne pouzdanosti reznog alata, troškova alata i troškova obrade kod protočnih automatskih linija u funkciji vremena i na osnovu tako dobivenih zavisnosti posredno određivanjem troškova alata i ukupnih troškova obrade u funkciji ukupne pouzdanosti alata. Pouzdanost reznog alata, na osnovu opažanja u širem vremenskom intervalu, određena je na pojedinim operacijama (Weibull-ova raspodela), a ukupna pouzdanost za celu liniju kao proizvod na pojedinim operacijama.

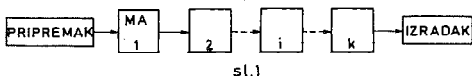
1.0. UVOD

Liniju obrade čine grupe mašina alatki raspoređenih prema proizvodno-tehnološkim zahtevima.

Medjusobna veza između pojedinih mašina alatki (radnih mesta) u liniji može biti [6,9]:

- redna,
- paralelna i
- kombinovana (redno-paralelna).

Kod automatskih linija obrade veza između pojedinih operacija ostvaruje se najčešće rednim vezama između mašina alatki (sl.1).



Transport obradaka od operacije na operaciju izvodi se mehanizovano transporterima različite konstrukcije.

Kod redno povezanih mašina alatki u liniji obrade teži se da zbir glavnog (mašinskog) vremena t_g pomoćnog vremena t_p i vremena zamene alata svedeno na jedan obradak t_a bude približno isti na svim operacijama, tj.

$$(t_g + t_p + t_a)_i = C = \text{const}; i=1,2,3,\dots,k$$

Vremenski interval koji određuje sukcesivno iznalaženje izradaka sa linije obrade predstavlja vreme takta linije t_t . Za sve operacije takt linije obrade je zajednički i iznosi

$$t_t = t_g + t_p + t_a + t_m = (t_g + t_p + \sum_{i=1}^n t_{zi} \frac{t_{qi}}{T_i}) i; i=1,2,3,\dots,k \quad (1)$$

gde je vreme zamene alata svedeno na jedan obradak

$$t_a = \sum_{i=1}^n t_{zi} \frac{t_{qi}}{T_i} \quad (2)$$

pri čemu je t_{zi} vreme zamene alata, T postojanost alata i n broj zahvata na jednom radnom mestu (operaciji). Vremenska veličina takta određena je prema najdužoj operaciji, kod koje je

$$t_t = (t_g + t_p + t_m) \max \quad (1.1)$$

i za nju je medjuvreme $t_m = 0$.

Kako su najčešće na pojedinim operacijama (mašinama) u liniji obrade funkcije verovatnoće pojave otkaza alata date prema Weibull-ovom rasporedu u obliku [3,4,5,6,7,8,9,10]

$$F(t)_i = 1 - \exp[-(c_i t)^{m_i}] \quad (3)$$

onda pouzdanost alata koja im odgovara iznosi

$$p(t)_i = 1 - F(t)_i = \exp[-(c_i t)^{m_i}] \quad (4)$$

Za slučaj Weibull-ovog rasporeda prosečno vreme bezoktzanog rada određuje se pomoću gama funkcije

$$T_{sr} = t_o^{1/m} \Gamma(\frac{1}{m} + 1) = \frac{1}{c} (\frac{1}{m} + 1)$$

Za linije obrade sa redno povezanim mašinama alatkama u liniji ukupna pouzdanost linije iznosi [10]

$$p(t) = \prod_{i=1}^k p(t)_i; \quad i=1,2,3,\dots,k \quad (5)$$

Troškove alata možemo predstaviti zbirom [1,2,6,9]

$$A = A_1 + A_2 + A_3 \quad (6)$$

pri čemu troškovi zamene istrošenog alata iznose

$$A_1 = k_1 t_1 \frac{t_g}{T}$$

troškovi oštrenja

$$A_2 = k_2 t_2 \frac{t_g}{T}$$

i troškovi amortizacije alata

$$A_3 = \frac{C_a}{i_0+1} \frac{t_g}{T}$$

(k_1 minutni bruto lični dohodak operacijskog radnika, t_1 vreme zamene alata, k_2 minutni bruto lični dohodak oštrača, t_2 vreme oštrenja alata, C_a vrednost novog alata i i_0 broj oštrenja alata), pa je

$$A = (k_1 t_1 + k_2 t_2 + \frac{C_a}{i_0+1}) \frac{t_g}{T} \quad (6.1)$$

Troškovi alata za neku operaciju na liniji obrade mogu se predstaviti u obliku

$$A_i = \sum_{i=1}^l [(n k_1 t_1 + k_2 t_2 + \frac{C_a}{i_0+1}) \frac{t_g}{T}]_i \quad (7)$$

gde je l broj alata u posmatranoj operaciji.

Ukupni troškovi alata za liniju obrade sa redno povezanim mašinama alatkama iznose

$$A_0 = \sum_{i=1}^h A_i = \sum_{i=1}^k \sum_{i=1}^l [(n k_1 t_1 + k_2 t_2 + \frac{C_a}{i_0+1}) \frac{t_g}{T}]_i \quad (8)$$

(pri uslovu da se nakon otkaza bilo kojeg alata na nekoj operaciji zamene svih alata na njoj).

Vrednost obrade za jednu operaciju na liniji obrade može se predstaviti zbirom [1,2,6,9]

$$U_{oi} = (R+M+A)_i \quad (9)$$

gde je

- vrednost rada radnika

$$R = n k_1 (t_g + t_p + t_a + t_m) \quad (10)$$

- mašine alatke

$$U_{oi} = \frac{C_m p}{F n 100 \cdot 60} (t_g + t_p + t_a + t_m) \quad (11)$$

($n k_1$ minutni bruto lični dohodak operacijskog radnika i reglera, C_m cena mašine alatke sa priborom i cena pribora za stezanje obradka i alata, p amortizaciona stopa, F godišnji raspoloživi fond vremena u časovima i n koeficijent vremenskog iskorišćenja).

Zamenom (10), (11) i (7) u (9) dobijamo za vrednost obrade za jednu operaciju na liniji obrade

$$U_{oi} = (n k_1 (t_g + t_p + t_a + t_m) + \frac{C_m p}{F n 100 \cdot 60} (t_g + t_p + t_a + t_m) + \sum_{i=1}^l [n k_1 t_1 + k_2 t_2 + \frac{C_a}{i_0+1} \frac{t_g}{T}])_i \quad (9.1)$$

Zamenom jednačine (2) u izraz za ukupnu vrednost obrade za operaciju (9.1), posle sredjivanja dobijamo

$$U_{oi} = [(n k_1 + \frac{C_m p}{F n 100 \cdot 60}) (t_g + t_p + t_m) + \sum_{i=1}^n z_i \frac{t_g}{T}_i] + A_i \quad (9.2)$$

Ukupna vrednost obrade za celu liniju daje se kao suma

$$U_0 = \sum_{i=1}^k U_{oi} \quad (12)$$

gde se vrednost obrade na pojedinim operacijama određuje izrazom (9.1).

2.0. POUZDANOST REZNOG ALATA, TROŠKOVI ALATA I UKUPNI TROŠKOVI OBRADE U FUNKCIJI VREMENA

2.1. Pouzdanost reznog alata u funkciji vremena

Da bismo odredili pojedinačne i ukupnu pouzdanost alata, vršena su opažanja otkaza na automatskoj blok liniji za obradu klipova motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Linija se sastoji iz šest automata povezanih koračnim transporterima. Posmatranje je vršeno u vremenskom intervalu od šest meseci, pri čemu su izvršene redukcije vremena usled ostalih zastoja.

S ciljem da se ubrza obrada podataka razvijen je program za elektronski računar VARIAN 73 (32 k byte), pomoću kojeg, na osnovu niza opažanja otkaza alata, usvajajući početno vreme manje od minimalnog vremena otkaza iz niza i izborom pogodnih veličina intervala, daje: histograme empirijskih vrednosti pouzdanosti, verovatnoće otkaza, frekvence i intenziteta otkaza, zatim jedinačinu teorijske funkcije verovatnoće i srednje vreme bezotkaznog rada i konačno crta tačke odgovarajućih krivih ekvivalentne nabrojanim histogramima.

P O D A C I

Operacija 1 (KS-1) S t r u g a n j e

Vremena do otkaza alata u časovima

62,5 127,7 79,7 61,5 79 95 79,7 71,5
56 98 79 70,5 79,7 99,5 96,7 91,2 77
79,5 72,3 54 107 95 97 88 81 62,6 105,7
78 71,5 79,7 96 77,8 71,5 60 98 79 70,5
79,7 94.

Za ovu operaciju usvaja se početno vreme 50 časova i interval od 5 časova.

Na osnovu gornjih podataka dobiven je parametar

$c = 0,01131$ i eksponent $m = 5,85312$ pa je Weibull-ova raspodela data izrazom

$$F(t) = 1 - \exp\left[(-0,01131 t)^{5,85312}\right]$$

Srednje vreme bezotkaznog rada iznosi

$$T_{sr} = \frac{1}{0,01131} \Gamma\left(\frac{1}{5,85312} + 1\right) = 81,94 \text{ čas.}$$

Operacija 2 (KS-2) B u š e n j e

Vreme do otkaza:

128 160 88 104 56 80 32 81 84 79 118 154
160 143 90 88 104 100 92 46 49 84 79 120
128 158 88 86 90 78 127 130 110 148 89 90
106 78 80 42

Početno vreme 30, interval 10,

$c = 0,00960$, $m = 3,15536$

pa je

$$F(t) = 1 - \exp\left[(-0,0096 t)^{3,15536}\right]$$

i

$$T_{sr} = \frac{1}{0,0096} \Gamma\left(\frac{1}{3,15536} + 1\right) = 93,23.$$

Operacija 3 (KS-3) B u š e n j e

Vreme do otkaza:

40 136 40 48 56 48 56 55 64 48 104 40 40
48 46 56 58 48 56 64 64 48 40 120 38 36 48
48 56 48 42 40 40 42 46 40 142 48 50 56
56 55 60 64 64

Početno vreme 30, interval 10

$c = 0,01935$, $m = 1,56976$

pa je

$$F(t) = 1 - \exp\left[(-0,01935 t)^{1,56976}\right]$$

i

$$T_{sr} = \frac{1}{0,01935} \Gamma\left(\frac{1}{1,56976} + 1\right) = 46,42,$$

Operacija 4 (KS-4) S t r u g a n j e

Vreme do otkaza:

32 32 80 72 24 88 56 48 72 72 88 72 72 86
88 72 72 48 56 88 26 30 72 80 32 32 36 36
32 32 50 72 24 88 56 48 72 72 77 72 72 86
88

Početno vreme 20, interval 5

$c = 0,01410$, $m = 2,33621$

pa je

$$F(t) = 1 - \exp\left[(-0,01410 t)^{2,33621}\right]$$

i

$$T_{sr} = \frac{1}{0,0141} \Gamma\left(\frac{1}{2,33621} + 1\right) = 62,84$$

Operacija 5 (KS-5) S t r u g a n j e

Vreme do otkaza:

23,5 22,6 63,5 31,8 31,3 39,6 39,75 31,7
71 31 23,5 48 40 32 54,8 55 24,2 28 36
39,75 31,0 64 21,5 26,5 52 48,3 54,3 56 27
30 29,2 39,75 39,6 56 54 21,2 19,0 29 43
54

Početno vreme 15, interval 5

$c = 0,02403$, $m = 3,27036$

$$F(t) = 1 - \exp\left[(-0,02403 t)^{3,27036}\right]$$

$$T_{sr} = \frac{1}{0,02403} \Gamma\left(\frac{1}{3,27036} + 1\right) = 37,29$$

Operacija 6 (KS-6) G l o d a n j e

Vreme do otkaza:

48 48 80 40 64 80 56 32 56 56 40 80 43 48
40 64 80 32 56 56 60 40 80 48 80 64 34 56
56 56 48 48 40 40 38 36 36 40 40 64 64 80
56 36

Početno vreme 30, interval 5.

$c = 0,02792$, $m = 3,64719$

pa je

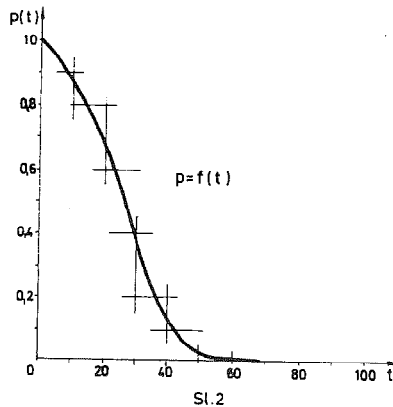
$$F(t) = 1 - \exp\left[(-0,02792 t)^{3,64719}\right]$$

i

$$T_{sr} = \frac{1}{0,02792} \Gamma\left(\frac{1}{3,64719} + 1\right) = 50,31.$$

S obzirom da su parametri Weibull-ove raspodele c_i i m_i poznati, to se na osnovu jedinačine (3), variranjem vremena zamene t u širokim granicama, mogu dobiti odgovarajuće numeričke vrednosti verovatnoće pojave otkaza na pojedinim operacijama. Vrednost verovatnoće otkaza alata dobijene su simulacijom na računaru.

Kako je u pitanju linija obrade sa redno povezanim mašinama alatkama, to će se ukupna pouzdanost reznog alata za celu liniju odrediti na osnovu izraza (5), pri čemu se pouzdanost na pojedinim operacijama određuje prema jednačini (4). Ukupna pouzdanost alata za celu liniju određena simulacijom, za varirane vrednosti zamene alata, grafički je prikazana dijagramom na slici 2.



2.2. Troškovi alata u funkciji vremena zamene

2.2.1. Zamena alata nakon otkaza

Zamena alata na pojedinim operacijama može se vršiti nakon otkaza ili ranije, na svim operacijama jednovremeno, nakon isteka određenog vremena.

Za slučaj zamene alata nakon otkaza, za širi interval vremena opažanja, u izraz (8) za ukupne troškove alata za liniju obrade, treba vrednost T zameniti srednjim vremenom bezotkaznog rada T_{sr} , koju vrednost takođe dobijamo sa listinga nakon obrade podataka na računaru.

Veza između tekućeg vremena rada automatske linije obrade t_i i efektivnog vremena rezanja pojedinih alata T_i dobija se iz razmatranja vremena po jedinici proizvoda

$$t_k = t_g + t_p + t_m$$

Kako je pomoćno vreme t_p i medjuvreme t_m konstantno to je

$$t_k = C t_g : C = 1 + (t_p + t_m) / t_g \quad (11)$$

pa je

$$T = \frac{t}{C} \quad (11.1)$$

troškova alata, prema jednačinama (7) i (8), za određene uslove i ukupni troškovi alata za celu liniju iznose: $R = 37,45\% U_0$, $M = 57,56\% U_0$ i $A = 4,99\% U_0$.

2.2.2. Jednovremena zamena svih alata

Za usvojene režime, i pri jednovremenoj zameni svih alata, postojanost alata T , u izrazima (7) i (8), zamenjuje se vremenom zamene t , pa se variranjem vremena zamene mogu odrediti pojedinačni troškovi alata za svaku operaciju, kao i ukupni troškovi alata za celu liniju.

Grafički prikaz promene ukupnih troškova alata u funkciji vremena zamene alata dat je dijagramom sl.3.

2.3. Troškovi obrade u funkciji vremena zamene

2.3.1. Zamena alata nakon otkaza

Proračun troškova na pojedinim operacijama izvršen je prema obrascu (9.1), a ukupni troškovi obrade na osnovu izraza (12). I ovde je T zamenjeno sa T_{sr} .

2.3.2. Jednovremena zamena svih alata

Poštujući napomene iznete u odeljku "Troškovi alata u funkciji vremena zamene" i variranjem vremena zamene u istim granicama, određeni su troškovi obrade na pojedinim operacijama kao i ukupni troškovi obrade na celu liniju, koristeći izraze (9.2) i (12). Promena ukupnih troškova obrade za celu liniju obrade u funkciji vremena zamene predstavljeni su na slici 4.

2.4. Troškovi alata i troškovi obrade u funkciji ukupne pouzdanosti alata

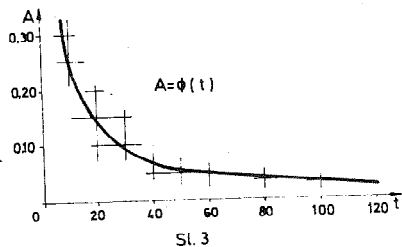
2.4.1. Troškovi alata u funkciji ukupne pouzdanosti

Kada su poznate zavisnosti ukupne pouzdanosti alata u funkciji vremena i troškovi alata u funkciji vremena, tj.

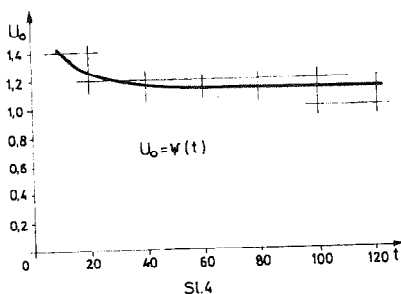
$$p = f(t) \quad \text{i} \quad A = \phi(t)$$

onda se zavisnost

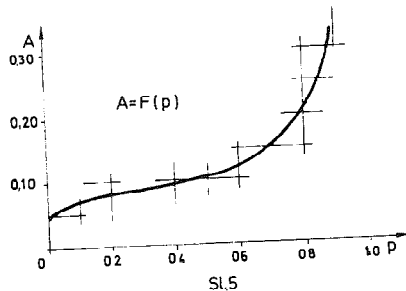
$$A = F(p)$$



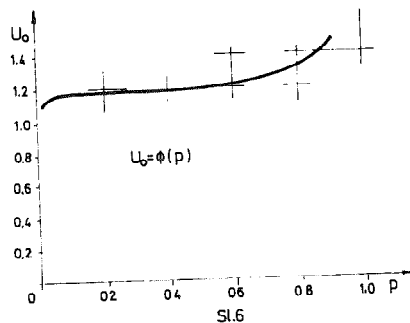
Sl. 3



Sl.4



Sl.5



Sl.6

dobija eliminacijom vremena t iz gornje dve zavisnosti.
Na osnovu dijagrama sl.2 i sl.4 grafički je prikazana zavisnost $A = F(p)$ na dijagramu sl.5.

2.4.2. Ukupni troškovi obrade u funkciji ukupne pouzdanosti

Iz zavisnosti

$$p = f(t) \quad \text{i} \quad U_0 = \psi(t)$$

eliminacijom vremena t dobija se

$$U_0 = \phi(t)$$

Na osnovu sl.3 i sl.5 dobijena je zavisnost ukupnih troškova obrade u funkciji ukupne pouzdanosti alata (sl.6).

3.0. ANALIZA DOBIVENIH ZAVISNOSTI

Dijagrami predstavljeni na sl.3 i sl.4 ukazuju da ukupni troškovi alata i obrade monotono opadaju sa porastom vrednosti vremena jednovremene zamene alata, pri čemu se uočava neznatno smanjenje troškova sa njegovim daljim povećavanjem.

Ukupni troškovi alata i obrade monotono rastu pri većim vrednostima ukupne pouzdanosti alata (koja zavisi od usvojenog vremena zamene alata), ali na dijagramu $U_0 = \psi(p)$ je uočljiv dovoljno širok dijapazon ukupne pouzdanosti alata u kojem se troškovi neznatno povećavaju sa povećanjem pouzdanosti, pa se usvajanjem tačke na krivoj, koja leži sa desne strane intervala može očitati ekonomska vrednost pouzdanosti (sl.6), odnosno ekonomično vreme jednovremene zamene alata na liniji obrade koje joj odgovaraju (sl.2).

4.0. Z A K L J U Č C I

Na osnovu napred izloženog mogu se doneti sledeći zaključci:

- za određeni, usvojeni, režim obrade ukupni troškovi na liniji obrade zavise od vremena zamene alata.

- od veličine vrednosti vremena zamene pri jednovremenoj zameni svih alata zavisi ukupna pouzdanost reznog alata i ovu vrednost treba odabrati tako da se postigne ekonomično vreme zamene, koje odgovara visokoj vrednosti ukupne pouzdanosti uz neznatno povećanje ukupnih troškova obrade.

LITERATURA

1. Ivković, B., 1974, Struktura troškova proizvodnje u obradi metala, Kragujevac, Mašinski fakultet.
2. Ivković, B., 1975, Obrada metala rezanjem, III izdanje, Kragujevac, Mašinski fakultet.
3. Popović, B., 1974, Pouzdanost reznog alata, Tehnika-Mašinstvo 1, Beograd.
4. Popović, B., 1975, Određivanje pouzdanosti reznog alata, Naučni skup "EFTES 75", Institut za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad.
5. Sekulić, S., 1975, Određivanje pouzdanosti reznog alata u radioničkim uslovima, Naučni skup "EFTES 75", Institut za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad.
6. Sekulić, S., 1977, Rezni alat kao limitirajući faktor kod protočnih automatskih linija, Prvi naučno-stručni skup PPS 77, Institut za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad.
7. Sekulić, S., 1977, Statistical formulation of a cutting tool reliability in a working conditions, Reports of the 21st EOQC Conference Varna 77, Stream C, Varna.
8. Sekulić, S., 1977, Statističko određivanje pouzdanosti reznog alata u eksploatacijskim uslovima, Kvalitet i pouzdanost, Beograd, Vol.20,5.
9. Sekulić, S., 1978, Ukupna pouzdanost reznog alata kao ograničavajući faktor za njegovu zamenu kod protočnih automatskih linija, Drugi naučni skup "EFTES 78", Institut za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad.
10. Todorović, J., Zelenović, D., 1978, Efektivnost sistema u mašinstvu, Mašinski fakultet, Novi Sad.

11/11/11

11/11/11



GLADILNA OBDELAVA POBOLJŠANIH IN
KALJENIH JEKEL S FREZANJEM

ZORAN SELJAK

MIRKO SOKOVIĆ

Fakulteta za strojništvo
Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani
Yugoslavia

Razmeroma počasno obdelavo z brušenjem lahko ugodno racionaliziramo z gladilnim frezanjem. Tu je posebno pomembno frezanje s frezalno glavo z enim rezalnim robom. V prispevku je prikazan vpliv podajanja in rezalne hitrosti na obrabo orodja iz rezalne keramike in kvaliteto obdelane površine v odvisnosti od obrabe. Izmerjene rezalne sile omogočajo določitev omejitev glede na deformacije sistema orodje - obdelovanec - vpenjalna naprava - obdelovalni stroj.

1. UVOD

Pri struženju poboljšanih in kaljenih jekel je dosti težav zaradi obstojnosti rezalnega orodja. Še težavnejša je obdelava pri frezanju zaradi prekinjenega procesa rezanja. V takšnih primerih navadno obdelovance predobdelamo, kalimo in nato brusimo na zahtevano mero in kvaliteto obdelave. Večji odjem zahteva pri brušenju razmeroma veliko obdelovalnega časa.

Pri splošnih naporih za racionalnejšo obdelavo poboljšanih in kaljenih plošč smo lahko uspešni le z uvajanjem novih rezalnih materialov. Z uporabo oplastenih karbidnih trdin je učinek premajhen, dosti ugodnejši pa so lahko rezultati pri uporabi rezalne keramike /1/. Aluminijev oksid je zaradi svoje kemične obstojnosti in skoraj nespremenjene trdote tudi pri visokih

temperaturah primeren za velike rezalne hitrosti in je tako rekoč idealen rezalni material za obdelavo jekla in litine. Z izboljšanimi proizvodnimi procesi je bila dosežena večja žilavost rezalne keramike. Občutljivost na termošok je zmanjšana z dodatkom trdin z izrazitimi metalnimi lastnostmi, npr. z dodatkom titanovega karbida je bistveno povečana prevodnost rezalne keramike. "Mešana keramika" z znatnim deležem titanovega karbida se je uveljavila pri obdelavi trde litine, kakor tudi pri finem frezanju litine, poboljšanih in kaljenih jekel.

Bistvenega pomena pri gladilnem frezanju je stabilnost celotnega obdelovalnega sistema. Le na zelo stabilnem obdelovalnem stroju s kompaktnim vpetjem obdelovanca in primernim orodjem

lahko uspešno uporabimo rezalno keramiko. Zaradi povečane žilavosti novih vrst rezalne keramike, je zmanjšana nevarnost skrhanja rezalnega robu, z večjim številom rezalnih robov pa lahko povečamo učinek posamezne obračalne ploščice.

2. IZVEDBA POIZKUSA

Gladilno frezanje je postopek fine obdelave pri katerem obdelujemo z enozobim frezalom tako, da nastavimo rezalni rob ploščice vzporedno z obdelano površino. Zaradi tega je rezalni rob vzpoređen s podajanjem, teoretična hrapavost pa enaka nič pri pogoju, da je dolžina ravnega dela rezalnega roba večja od podajanja /2,4/.

Poizkuse gladilnega frezanja smo opravili na univerzalnem frezalnem stroju GUK-3N ("Prvomajska" Zagreb). Pogonska moč elektromotorja je 18,5 kW, območje vrtiljajev glavnega vretena od 45 ... 2240 min⁻¹.

Za poizkuse smo uporabili obračalne ploščice iz mešane keramike FH3 (SPK-Feldmühle). Karakteristika teh ploščic je v tem, da imajo rezalni robovi posneto fazo v dolžini 0,2 mm pod kotom 15°. S tem je rezalni rob zaščiten proti prehitremu skrhanju in dosežemo povečanje negativnega cepilnega kota pri odrezavanju. Zaradi posebnega vpenjala dosežemo geometrijo orodja z negativnim cepilnim kotom $\gamma = -6^\circ$.

Pri naših raziskavah smo obdelovali kaljeno in popuščano W - Cr - Si jeklo Č.6444, za katerega je bila podana kemična analiza, metalografska struktura ter nekatere druge fizikalne lastnosti. V tabeli I so podane vrednosti za

vsebovane elemente:

Tabela I: Kemična skupna vsebina elementov (v %)

C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	Cu	P	S
0,57	0,59	0,26	1,05	2,09	0,13	0,17	0,20	0,011	0,11

Po ustrezni toplotni obdelavi, kaljenju in popuščanju, je preizkušanec v obliki plošče iz jekla Č.6444 dosegel v povprečju trdoto 57 HRC. Z ozirom na doseženo trdoto preizkušane materiala, po priporočilih proizvajalca rezalne keramike /2,3/ ter na osnovi izkušenj iz predhodnih raziskav /4,5/, smo se odločili, da bomo poizkuse opravili pri treh hitrostih in dveh podajanjih. Izbrane so hitrosti $v = 176, 220$ in 280 m/min, ki so znotraj priporočenega območja ter podajanja $s = 0,45$ in $0,71$ mm/z. Pri vseh poizkusih je bila globina rezanja konstantna.

Pri poizkusih smo zasledovali več parametrov ter njihove medsebojne vplive. Merili smo hrapavost obdelane površine, zasledovali: potek obrabe na prosti in cepilni ploskvi, spremembo mikrotrdote na obdelani površini ter naraščanje hrapavosti z naraščanjem obrabe orodja. Doseženo hrapavost obdelane površine smo merili z merilnikom hrapavosti. Ugotovili smo povprečno vrednost srednjega odstopanja profila R_a , za različne pogoje dela in stanja obrabe orodja.

Za zasledovanje in merjenje obrabe rezalnega roba smo uporabili orodjarski mikroskop. Opazovali smo predvsem potek obrabe na prosti ploskvi, ki smo jo okarakterizirali s parametrom VB (povprečna obraba).

Poleg ugotavljanja kvalitete obdelane površine ter zasledovanja obrabe oro-

dja, posebno pozornost smo posvetili rezalnim silam pri gladilnem frezanju. Pri merjenju sil smo uporabili tro-komponentni merilnik s piezo-kristalom v povezavi z dvokomponentnim risalnikom.

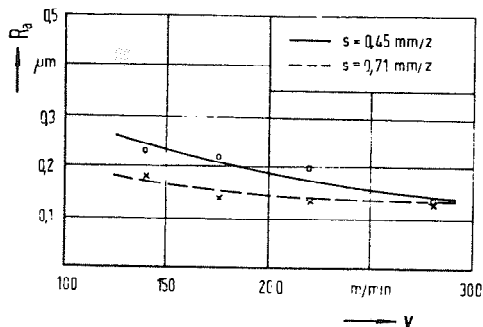
Posnetka gladilno frezane površine pri dveh različnih pogojih obdelave sta prikazana na sliki 2. Posnetki so bili narejeni z elektronskim rasterskim mikroskopom pri 300 x povečavi.

3. REZULTATI POIZKUSOV

3.1 Kvaliteta površine

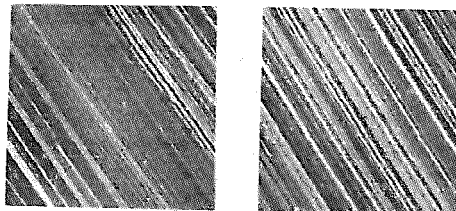
V prvi fazi poizkusov smo za posamezne kombinacije obdelovalnih pogojev (v , s , a) ugotavljali doseženo hrapavost obdelane površine ter zasledovali potek obrabe rezalnega robu.

Eksperimentalna odvisnost hrapavosti obdelane površine od rezalne hitrosti za različni podajanja, pri gladilnem frezanju poboljšane W - Cr - Si jekla Č.6444 je ponazorjena v diagramu na sliki 1.



Slika 1: Eksperimentalna odvisnost hrapavosti površine od hitrosti rezanja in podajanja pri gladilnem frezanju poboljšane jekla Č.6444 (57 HRC)

Iz diagrama je razvidno, da dobimo kvalitetnejšo površino pri hitrostih, ki so na zgornji meji priporočenega območja za poboljšano jeklo s trdoto 57 HRC.



A) $R_a = 0,13 \mu\text{m}$ B) $R_a = 0,14 \mu\text{m}$
 $v = 280 \text{ m/min}$ $v = 280 \text{ m/min}$
 $s = 0,45 \text{ mm/z}$ $s = 0,71 \text{ mm/z}$
 $a = 0,05 \text{ mm}$ $a = 0,05 \text{ mm}$

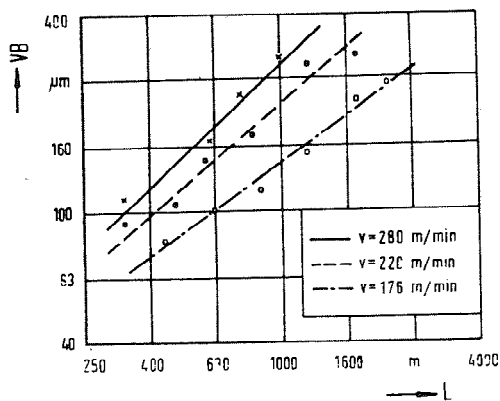
Slika 2: Posnetka gladilno frezane površine jekla Č.6444 (57 HRC)

3.2 Obraba orodja

Med potekom raziskav smo redno z mikroskopom zasledovali obrabo orodja. Potek obrabe na prosti ploskvi, v odvisnosti od dolžine prefrezane poti L pri treh izbranih hitrostih in konstantnem podajanju $s = 0,45 \text{ mm/z}$ ter globini rezanja $a = 0,05 \text{ mm}$, je razviden iz diagrama na sliki 3.

Na podlagi kontinuiranega zasledovanja obrabe orodja, smo ugotovili, da se razvoj in potek obrabe pri gladilnem frezanju poboljšane jekla z mešano keramiko FH3 nekoliko razlikujeta od pojavov pri običajnih postopkih obdelave s karbidnimi trdinami. Prekinjen rez in sorazmerno veliko število udarcev pri tem pripelje, kljub zaščitni fazi na rezalnem robu, do hitrih lokalnih porušitev vzdolž rezalnega robu. Zaradi znane velike obstojnosti orodij iz mešane keramike FH3 se stanje po

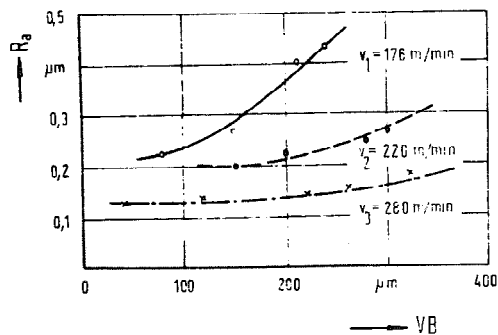
krajšem času stabilizira. Orodje, kljub naraščajoči obrabi omogoča doseči zelo kvalitetno obdelano površino preko daljšega obdobja rezanja. Vzrok za to je v specifičnosti samega postopka finega freziranja. Rezalni rob, ki je postavljen vzporedno s površino, reže praktično po celotni dolžini. Zaradi tega dosežemo kvalitetno obdelano površino tudi z uporabo orodij, pri katerih je obraba večja od običajnega kriterija $VB = 0,4$ mm.



Slika 3: Potek obrabe na prosti ploskvi orodja iz mešane keramike FH3 pri freziranju jekla Č.6444 (57 HRC)

Namen naših raziskav gladilnega freziranja kaljenih in poboljšanih jekel je predvsem v iskanju možnosti, da bi z gladilnim frezanjem v določenih primerih nadomestili dolgotrajno ter drago brušenje. Zaradi tega nas je posebej zanimalo v kakšni meri pri obdelavi trdih materialov z mešano keramiko FH3, obraba orodja vpliva na porast hrapavosti obdelane površine. Na osnovi analize rezultatov poizkusov, smo prišli do ugotovitve: z naraščanjem obrabe orodja se kvaliteta obdelane površine močneje spreminja ravno pri manjših hitrostih rezanja, ki so v bližini spodnje meje priporočenega območja $/3/$. Eksperimentalno odvisnost

hrapavosti gladilno frezane površine v odvisnosti od naraščanja obrabe rezalnega roba pri treh izbranih hitrostih kaže diagram na sliki 4.



Slika 4: Eksperimentalna odvisnost hrapavosti obdelane površine od velikosti obrabe orodja pri gladilnem freziranju poboljšane jekla Č.6444 (57 HRC)

Diagram na sliki 4 ponazarja rezultate enega izmed številnih opravljenih poizkusov v okviru raziskav gladilne obdelave kaljenih in poboljšanih jekel. Za vse poizkuse je značilno to, da pri večjih hitrostih dosežemo boljše kvaliteto obdelane površine. Iz tega razloga smo v nadaljnjih poizkusih eliminirali hitrost $v = 176$ m/min, ki je na spodnji meji priporočenega območja.

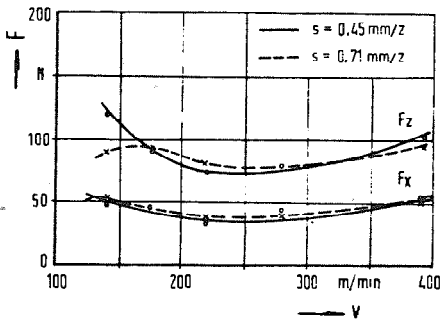
Z naraščanjem obrabe orodja hrapavost obdelane površine enakomerno narašča vse do kriterija obrabe $VB = 0,4$ mm, ki je postavljen sorazmerno visoko v primerjavi z običajnimi postopki fine obdelave. Kljub temu v nobenem poizkusu srednja aritmetična hrapavost ni presegla vrednosti $R_a = 0,3$ μm . Za primerjavo bi podali naslednje podatke: minimalna hrapavost, ki jo dosežemo pri čelnem freziranju s karbidno trdino pri kriteriju $VB = 0,2$ mm je $R_a = 0,8$ μm ; hrapavost, ki jo dose-

žemo pri srednje finem brušenju je v mejah $0,8 \dots 0,2 \mu\text{m}$.

Na osnovi rezultatov poizkusov in te kratke primerjave je razvidno kako pomembno je lahko gladilno freziranje pri racionalizaciji fine obdelave poboljšanih jekel.

3.3 Rezalne sile

Da bi dobili popolnejšo sliko o gladilnem freziranju poboljšane W-Cr-Si jekla Č.6444 z rezalno keramiko, smo se odločili, da bomo merili tudi sile pri gladilnem freziranju. Prvi poizkusi so pokazali, da velikost podajalne sile ne preseže vrednosti 25 N. V nadaljevanju smo potem z dvokomponentnim pisalnikom zapisovali vrednosti za glavno ter odzivno silo. Eksperimentalna odvisnost rezalnih sil od rezalne hitrosti za izbrana podajanja je prikazana v diagramu na sliki 5.



Slika 5: Rezalne sile pri gladilnem freziranju jekla Č.6444 (57 HRC) z rezalno keramiko FH3 (Feldmühle)

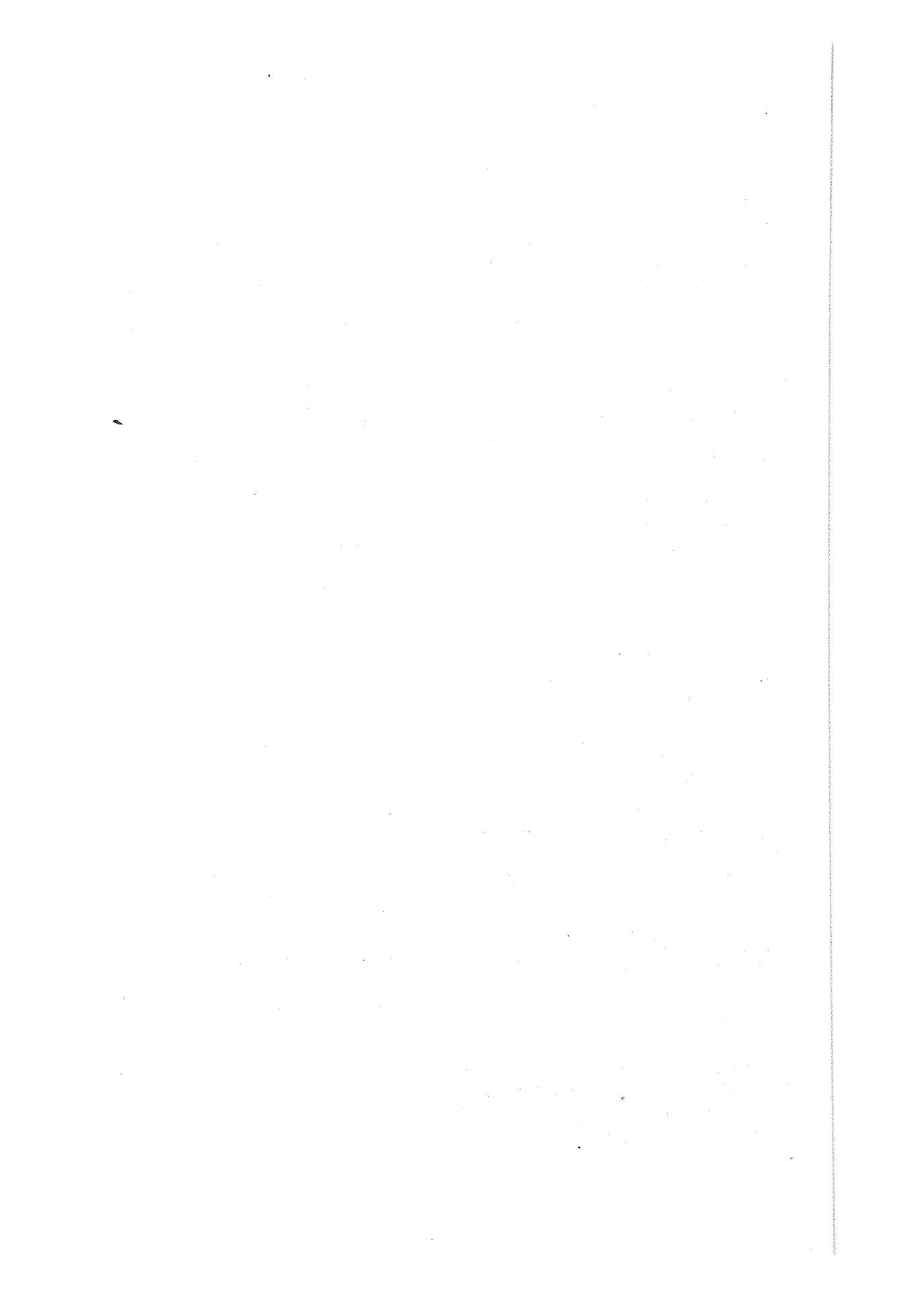
4. SKLEP

Prikazani rezultati predstavljajo le del obsežnih raziskav gladilnega freziranja kaljenih in poboljšanih orodnih jekel, ki smo jih opravili na naši

fakulteti v okviru raziskovalne naloge "Obdelovalnost domačih materialov". Rezultati raziskav kažejo na to, da je mogoče s postopkom gladilnega freziranja z enozobo frezalno glavo doseči pri kaljenih in poboljšanih jeklih izredno kvalitetno obdelane površine. Srednje odstopanje profila obdelane površine tudi pri kriteriju obrabe orodja $VB = 0,4 \text{ mm}$ ne preseže vrednosti $R_a = 0,3 \mu\text{m}$, kar je na nivoju srednje finega brušenja. Vendar je postopek enozobega gladilnega freziranja zaradi visokih hitrosti, ki jih rezalna keramika dovoljuje, precej hitrejši. Obstočnost orodij iz mešane keramike FH3 je zadovoljiva in pri ustreznih obdelovalnih pogojih doseže tudi do 2000 m prefrezane poti.

LITERATURA

1. Klicpera, U.; Oberflächengüte beim Fräsen von Stahl mit Schneidkeramik, HGF 75/69, Industrie-Anzeiger 97 (1975) Nr.77, S. 1666 ... 1967.
2. Plochinger Schneidkeramik Tage 1976, S. 29 ... 33.
3. Feldmühle SPK-Werkzeuge für Feinstfräsen mit dem SPK-Einzahn-Fräser, Feldmühle AG Plochingen/Neckar,
4. Seljak, Z.; Sokovič, M.: Gladilna obdelava poboljšanih in kaljenih jekel s frezanjem, XIV. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Čačak, 1980.
5. Skupina avtorjev: Obdelovalnost domačih legiranih jekel, Fakulteta za strojništvo v Ljubljani, interno poročilo za Železarno Ravne, 1980.



ZAVISNOST REŽIMA VISOKOPRODUKTIVNOG
PREDBRUŠENJA PUŽA OD NJEGOVE GEOMETRIJE

PAVLE M. STANAČEV
RO "SEVER"- MAGNETNA POLJA BR.6
SUBOTICA, JUGOSLAVIJA

Pri obradi puževa prethodna obrada zavojnice vrši se iz punog materijala, visokoproduktivnim brušenjem. U ovom radu prikazani su metod i rezultati ispitivanja, izvedenih u pogonskim uslovima, na osnovu kojih je definisana i matematički opisana zavisnost režima brušenja od geometrije puža.

1. UVOD

Brušenje puževa iz punog materijala je nova, visokoproduktivna, metoda obrade za koju još uvek nisu utvrđeni režimi obrade. Prilikom obrade tocilo zahvata obradak, koji vrši obrtno i pravolinijsko kretanje, tako da zavojnica biva urezana u puni materijal, u jednom prolazu. Hlađenje obratka i ispiranje brusne prljavštine vrši se uljem, koje se pomoću dve mlaznice usmerava ka mestu stvaranja toplote, pod pritiskom dovoljno visokim da probije obrtni vazdušni jastuk [2]. Preliminarnim ispitivanjima identifikovana je grupa uticajnih faktora, pa je načinjen plan eksperimenata, sa ciljem da se ustanovi zavisnost režima obrade od geometrijskih karakteristika puža, za najčešće korišćeni materijal obratka i pri pogonskim uslovima.

2. USLOVI ISPITIVANJA

Neki od uticajnih faktora su, pri ispitivanju, ostali nepromenjeni, tako da su eksperimenti izvedeni pod sledećim uslovima:

- mašina: Reishauer US (Cirih, Švajcarska),
- materijal: Č.5421 po JUS-u (po DIN-u 18CrNi8, odnosno 20NC6 po AFNOR-u), termički pripremljen kombinacijom visokog žarenja i poboljšanja, tvrdoća po Brinelu 2800 do 3000 N/mm²,
- brzina brušenja: 40 m/s ,
- sredstvo za hlađenje: ulje, 70 % Rezanol 37 S i 30 % Rezanol 15 S (INA), pritisak ulja 10 bara, protok 120 l/min, temperatura 25° C, veličina nečistoća u ulju ispod 5 μm,
- dimenzije uzoraka: ø50x250 mm,
- ceo profil međuzublja puža brušen je u jednom prolazu,
- profilisanje tocila vršeno je pos-

Ile svakog ciklusa brušenja, polu-automatski, sa 3 dijamantska alata istovremeno,

- tocila:

- za $m_n = 1,75+2,5$ mm: oznaka ES 4, dimenzije 350x12x160 mm,
- za $m_n = 2,5+5$ mm: oznaka ES 5, dimenzije 350x16x160 mm,
- za $m_n = 5+7,5$ mm: oznaka ES 6, dimenzije 350x20x160 mm, proizvođač Winterthur, Švajcarska.

3. METOD ISPITIVANJA

Rezultati preliminarnih ispitivanja doveli su do postavljanja hipoteze o međusobnoj zavisnosti preostalih uticajnih faktora: normalnog modula m_n , brzine pomoćnog kretanja v_p i razvijene dužine zavojnice l . Hipoteza glasi: za svako tocilo može se, u nekom zatvorenom intervalu, odrediti referentna brzina pomoćnog kretanja zavisna od normalnog modula m_n , pri kojoj dolazi do zatupljenja tocila na referentnoj dužini brušenja l_R ; takođe se može odrediti koeficijent K_1 , koji opisuje promenu brzine pomoćnog kretanja v_p u zavisnosti od odnosa razvijene dužine zavojnice l prema referentnoj razvijenoj dužini zavojnice l_R . Pri brušenju puževa dolazi do znatnog trošenja vrha profila tocila, dok je trošenje na bokovima profila znatno manje. To je potvrđeno i ispitivanjima koja su vršena pri brušenju navoja [3]. Zbog toga je, kao kriterijum za određivanje trenutka zatupljenja tocila usvojena veličina trošenja tocila na vrhu profila s_v , i ona treba da je manja od veli-

čine profilisanja vrha s_{pv} (sl.1). Eksperimenti su vršeni tako što su, za određene module i tocila, varirane brzine pomoćnog kretanja v_p i, na osnovu ranije definisanog kriterijuma zatupljenja, kontrolom profila obrađene zavojnice na profilprojektoru, utvrđene razvijene dužine obrađene zavojnice do trenutka zatupljenja tocila.

4. REZULTATI ISPITIVANJA I ANALIZA

Kao referentne brzine pomoćnog kretanja v_{PR} usvojene su vrednosti, pri kojima je zatupljenje tocila nastupilo na referentnoj razvijenoj dužini zavojnice l_R (l_R predstavlja zaokruženu prosečnu razvijenu dužinu zavojnice, u određenom intervalu normalnog modula, puževa koji su u proizvodnom programu RO "SEVER"). Veličina l_R je usvojena:

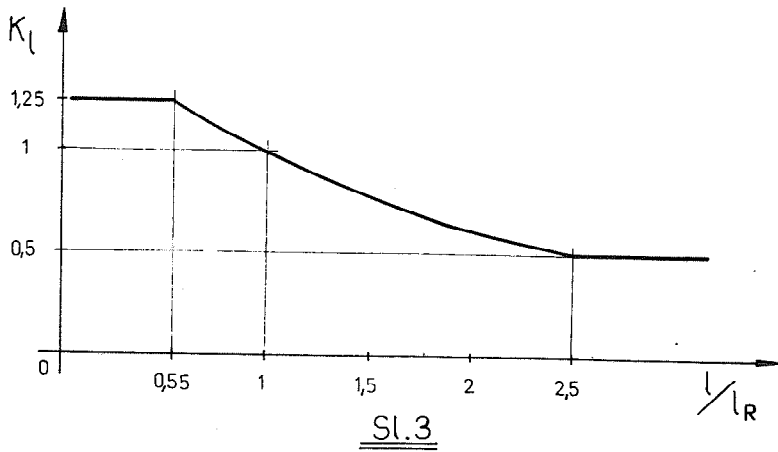
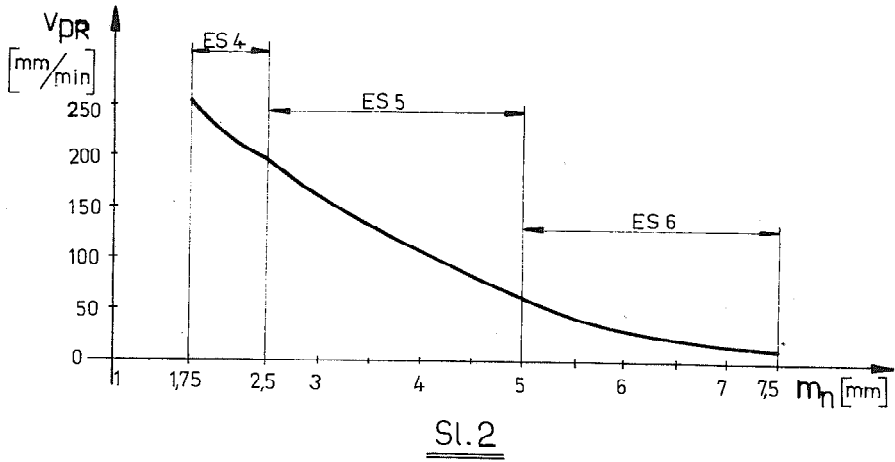
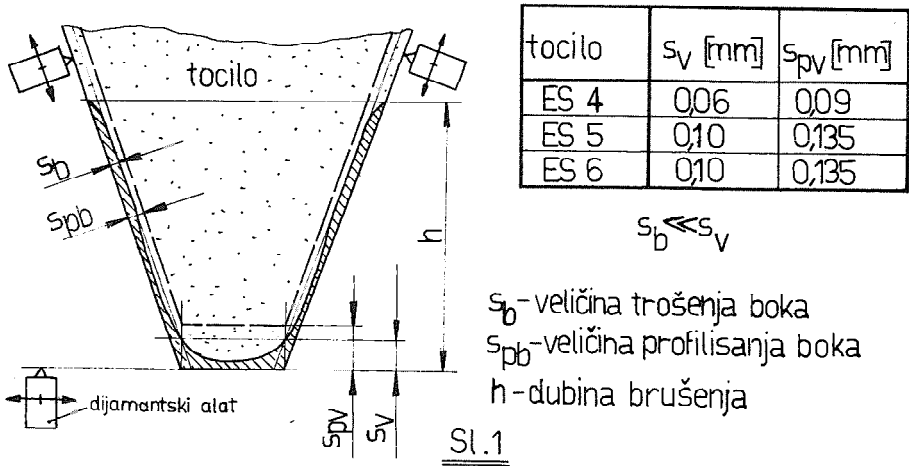
- za $m_n = 1,75+2,5$ mm (tocilo ES 4):
 $l_R = 1000$ mm,

- za $m_n = 2,5+7,5$ mm (tocila ES 5 i ES 6): $l_R = 800$ mm.

Dobijene vrednosti referentne brzine pomoćnog kretanja prikazane su, u zavisnosti od normalnog modula, u dijagramu na sl.2.

Za pomenutu zavisnost nađen je analitički izraz u obliku:

$$\left. \begin{aligned} &1,75 \leq m_n \leq 2,5 \text{ mm} \\ &v_{PR} = 40 \cdot m_n^2 - 243,2 \cdot m_n + 554,7 \\ &2,5 \leq m_n \leq 5 \text{ mm} \\ &v_{PR} = 5,76 \cdot m_n^2 - 96,56 \cdot m_n + 402,1 \\ &5 \leq m_n \leq 7,5 \text{ mm} \\ &v_{PR} = 7,9 \cdot m_n^2 - 116,2 \cdot m_n + 446,8 \end{aligned} \right\} (1)$$



gde je v_{pR} izraženo u mm/min.

Veza između promene brzine pomoćnog kretanja i razvijene dužine zavojnice obuhvaćena je korektivnim faktorom K_1 .

Vrednosti K_1 u zavisnosti od odnosa $\frac{1}{l_R}$, dobijene tokom ovih ispitivanja,

prikazane su u dijagramu na sl.3.

Analitički oblik ove zavisnosti može se prikazati na sledeći način:

$$\frac{1}{l_R} < 0,55$$

$$K_1 = 1,25$$

$$0,55 < \frac{1}{l_R} \leq 2,5$$

$$K_1 = 0,117 \left(\frac{1}{l_R}\right)^2 - 0,738 \left(\frac{1}{l_R}\right) + 1,62 \quad (2)$$

$$\frac{1}{l_R} > 2,5$$

$$K_1 = 0,50$$

Na osnovu poznatih geometrijskih karakteristika puža i jednačina (1) i (2), može se odrediti brzina pomoćnog kretanja pri brušenju iz punog materijala:

$$v_p = v_{pR} \cdot K_1 \quad (3)$$

Kako je obrtanja obratka u prinudnoj vezi sa pravolinijskim pomeraњem stola brusilice, broj obrtaja obratka n_o može da se izrazi preko brzine pomoćnog kretanja:

$$n_o = \frac{v_{pR} \cos \gamma_m}{d_{kl} \pi} \cdot K_1 \quad \text{min}^{-1} \quad (4)$$

gde je:

γ_m - ugao zavojnice na srednjem cilindru puža,

d_{kl} - temeni prečnik puža, na kome je brzina pomoćnog kretanja najveća, izražen u mm.

5. ZAKLJUČAK

Jednačina (4) predstavlja traženu zavisnost između režima brušenja iz punog materijala i geometrijskih karakteristika puža, pošto vrednosti referentne brzine pomoćnog kretanja v_{pR} i korektivnog faktora K_1 / jednačine (1) i (2)/, koje figurišu u njoj, zavise samo od geometrijskih karakteristika puža.

Jednačina (3) predstavlja dokaz da je hipoteza, navedena u poglavlju 3, osnovana.

U dijagramu, na sl.2, zapažen je osetan pad referentne brzine pomoćnog kretanja u oblasti većih modula, što je, po svemu sudeći, posledica otežanog hlađenja. To navodi na pomisao da je, u području većih modula, povoljnije vršiti brušenje iz dva prolaza.

Određivanjem režima brušenja puževa na opisani način, postiže se zatupljenje tocila upravo u trenutku kada je završena obrada zavojnice, što predstavlja tehnološki optimum.

Na osnovu jednačina (1), (2) i (4) određeni su, za sve tipove puževa iz proizvodnog programa RO "SEVER", režimi brušenja, koji su se, izloženi neprekidnom testiranju u proizvodnji, pokazali kao vrlo pouzdani.

Sa velikom sigurnošću se može tvr-

diti da će, u bliskoj budućnosti, ova metoda obrade doživeti napredak. Treba očekivati da će to biti postignuto povećanjem brzine brušenja, izradom tocila boljih osobina, povećanjem efikasnosti hlađenja i, nesumnjivo, boljom termičkom pripremom materijala obratka.

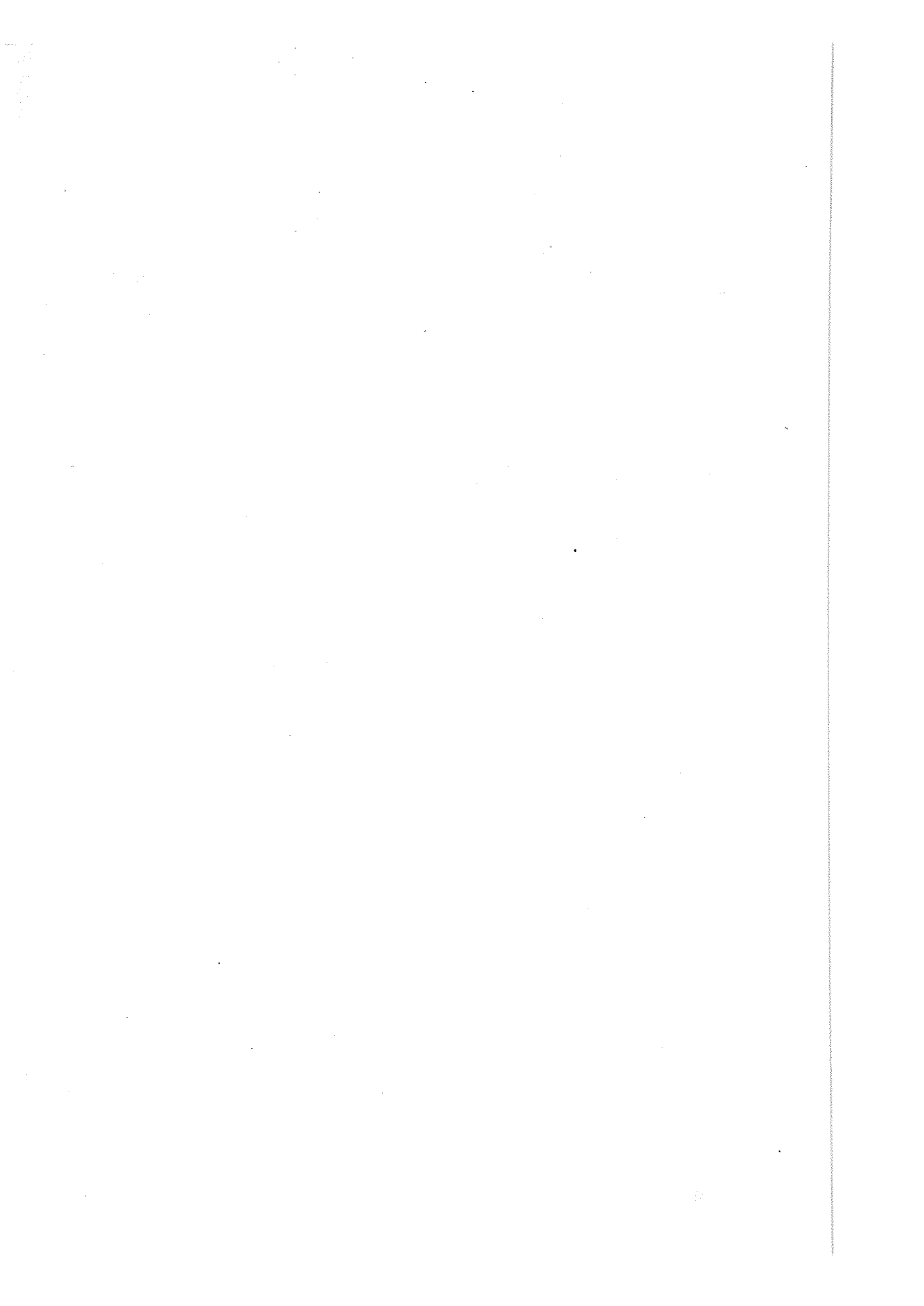
LITERATURA

[1.] J. Ziegert, Hochleistungs-Gewindeschleifen, Werkstatt und Betrieb 111-7, 437, 1978.

[2.] J. Ziegert, Abrichten und Kühlen beim Hochleistungs-Gewindeschleifen, Werkstatt und Betrieb 111-12, 809, 1978.

[3.] B. Popović, Ž. Ratković, Povećanje postojanosti tocila pri brušenju navoja, Zbornik radova PPS'80. Novi Sad, 115, 1980.

[4.] Simonović, V., 1979., Numeričke metode, Beograd, Mašinski fakultet .



POVIŠENJE EFEKTIVNOSTI PROIZVODNIH LINIJA PRIMENOM STOHAŠTIČKE SIMULACIJE

Mr Dragutin Stanivuković, dipl.maš.inž.
Mr Dušan Malbaški, dipl.inž.
Slobodan Kecojević, dipl.maš.inž.
Institut za INDUSTRIJSKE SISTEME
Novi Sad, Jugoslavija

U radu se razmatra mogućnost povišenja izlaznih efekata proizvodnih linija za slučaj da su pokazatelji pouzdanosti: $\lambda = \lambda(t)$ i $\mu = \mu(t)$. (opšti slučaj).

Rešenje problema je uslovljeno nemogućnošću primene poznatih matematičkih modela (Markovljevi i Semi-Markovljevi procesi) i izvedeno je korišćenjem stohastičke simulacije primenom računara. Rezultati se dobijaju u obliku prostih familija funkcija relativnih priraštaja pouzdanosti mašina u liniji od kapaciteta bunkera. Procedura izbora potrebnih kapaciteta bunkera je lako primenljiva u praksi.

1.0 DEFINISANJE PROBLEMA

Automatska obradna linija ili transfer linija u mašinstvu se definiše kao skup automatskih proizvodnih stanica (sekcija, mašina) međusobno tehnološki redosledno povezanih. Zadatak automatske linije je obrada određenog ili grupe sličnih proizvoda (geometrijski i tehnološki).

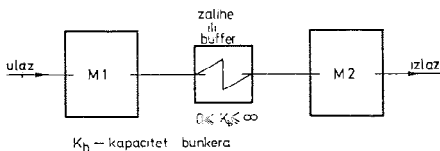
Linija je u stanju U RADU kada sa poslednje sekcije izlaze završeni, obradjeni proizvodi. Inače, u drugim slučajevima je linija U OTKAZU.

Svaka sekcija (mašina) u liniji je potencijalni izvor stanja U OTKAZU, slučajnih po pojavi i trajanju. Uzroci otkaza mogu biti različiti. Posledice su, međjutim, uvek iste - smanjenje efektivnosti (produktivnosti) linije.

Pored osnovnih stanja (U RADU i U OTKAZU) linija može biti i u stanju PRINUDNI ZASTOJ (čekanje).

Mogućnost stvaranja zaliha između dve susedne sekcije naziva se BUNKER. Maksimalni broj jedinica proizvoda koje mogu da se smeste u bunker naziva se kapacitet. Bunker ima za ulogu neutralisanje stanja U OTKAZU, odnosno povišenje pouzdanosti, što utiče na povišenje efektivnosti uopšte.

Granični tipovi linija: blok-linija (bez bunkera, tj. sa kapacitetom zaliha 0) i linija sa neograničenim (beskonačnim) kapacitetom zaliha su u prvom slučaju retki, a u drugom imaginarni (nemogući), sl. 1.1.



Slika 1.1

Pri projektovanju automatskih obradnih linija u mašinstvu potrebno je doneti više odluka i razmotriti uticaje mnogih faktora i ograničenja.

Svaka od ovih odluka podleže analizi određenih ograničenja i zavisi u punoj meri od datih tehničkih mogućnosti linije, kao što su jedinično vreme obrade proizvoda i karakteristike stanja U OTKAZU (lokacija i trajanje otkaza).

Tehnička ograničenja imaju značajan uticaj na donošenje pomenutih odluka. U vezi sa tim odlukama moguće je minimizirati sopstvene i troškove rada linije (uz konstantne troškove rada izvršilaca - operatora i održavalaca) ili maksimirati granični prihod realizovan radom linije (uz promenljive troškove rada operatora).

1.) Kada koristiti procesne zalihe - bunkere?

Efektivnost bunkera e_b zavisi od kapaciteta bunkera i podela linije na sekcije a ne i od nepodeljene (blok) linije, tako da je pri visokoj efektivnosti linije priraštaj efektivnosti ugradnjom bunkera mali. Npr. isti kapacitet bunkera će povećati efektivnost linije od 0,70 na 0,85 ili od 0,90 do 0,95. Dakle, kada je efektivnost visoka bunkeri nemaju opravdanja.

Proračun kapaciteta bunkera je potreban samo kada su zastoji linije rezultat otkaza stanica u liniji bez bunkera, a ne otkazi npr. usled prekida energije, nedostatka alata, sirovine itd., tj. spoljnih faktora. U suprotnom bunkeri neće značajnije uticati na efektivnost linije.

Pri razmatranjima efektivnosti linije prvenstveno treba analizirati uzroke i posledice otkaza, pojavu, trajanje, zakon raspodele itd. Ako je jedna sekcija loša a ostale dobre bunker neće znatno povećati efektivnost linije. Zbog toga treba testirati kriterijume pri-

kazane u prethodnim odeljcima da bi se odredio maksimum koji daje ugradnja bunkera.

2.) Na koliko sekcija treba podeliti liniju?

Generalno, obezbedjenje procesnih zaliha (ugradnja bunkera) uključuje bitne fiksne, investicione troškove koji ne zavise od kapaciteta bunkera. Ovo je zbog toga što je u glavnom potrebno održavati tok radnih predmeta do i od bunkera. Volčkevič [1] je utvrdio da korist od svake dodatne sekcije opada i da može biti negativna (tj. gubitak) ako je kapacitet svake zalihe (bunkera) isuviše mali.

Oдавде se može rezonski zaključiti da broj sekcija treba da smanji troškove obe zalihe i da broj sekcija bude manji.

Teško se može dokazati da je opravdana gradnja linija sa više od 5 sekcija.

3.) Između kojih sekcija treba postaviti bunker?

Podela linije na sekcije, ukazuje da je efektivnost vrlo neosetljiva na promene broja sekcija u liniji. Korisnije je imati intenzitete otkaza prve i poslednje sekcije veće nego srednjih sekcija, inače se linija deli prvenstveno na osnovu tehničko-tehnoloških razmatranja.

4.) Kako podeliti ukupni kapacitet zaliha, odn. koliki kapacitet treba da ima svaki bunker?

Potreban kapacitet bunkera mora biti toliki da zadovolji približno srednje vreme zastoja (otkaza) prethodne sekcije. Pošto je iznos potrebnog kapaciteta bunkera za poboljšanje efektivnosti linije osetljiv na raspodelu vremena opravke (što posebno treba utvrditi) nepoželjno je da kapacitet bunkera bude veći pet puta od srednjeg vremena opravke. Ovo se ne bi moglo opravdati činjenicom da su granični troškovi ekstra kapaciteta bunkera zanemarivi. Potrebno je analizirati i druge parametre kao što su prostor (potrebne površine - zapremine), transportera itd.

Pri analizi ponašanja linije moguća su tri realna slučaja zakonitosti pojave otkaza i opravke, odn. raspodela intenziteta otkaza i opravke.

a) obe raspodele eksponencijalne ($\lambda = \text{const.}, \mu = \text{const.}$)

b) jedna raspodela eksponencijalna ($\lambda = \text{const.}$) a druga, $\mu \neq \text{const.}$ (odn. može da bude log-normalna, Ganssova ili neka druga. Moguća je i obrnuta pojava, tj. $\mu = \text{const.}, \lambda = \lambda(t)$).

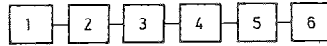
c) ni jedna raspodela nije eksponencijalna ($\lambda = \lambda(t), \mu = \mu(t)$).

Slučaj a) je opisan kao Markovski proces, a slučaj b) kao semi-Markovski proces. Razvijeni modeli za proračun kapaciteta bunkera u slučajevima a) i b) prikazani su u [2] i [3].

Za slučaj c) moguće je rešiti problem stohastičkom simulacijom, odn. variranjem kapaciteta bunkera na odgovarajućim pozicijama.

2.0 OPIS OBJEKTA ISTRAŽIVANJA

Posmatrana je automatska obrada linija za proizvodnju klipova za motore SUS, prikazana na sl. 2.1.



1. specijalni strug za obradu baze klipa
- 2 i 3 - specijalna bušilica - agregatna
4. - strug-kopirni
- 5 - strug - višesečni
- 6 - glodalica

Slika 2.1

Ponašanje linije je praćeno u vremenu eksploatacije 2,5 godine. Takt linije, tj. vreme izlaska obradjenog klipa je 0,2 min/kom. Dobijeni su sledeći rezultati koji opisuju pouzdanost mašina, odn. linijedati su u tabeli T.2.1.

Tabela T.2.1

Mašina	\bar{T} (čas)	\bar{T}_{up} (čas)	#	n (čas)
1	89,0	1,52	0,58	58,5
2	49,5	1,77	0,71	37,6
3	62,2	1,48	0,71	48,3
4	55,1	1,74	0,64	41,1
5	11,4	1,35	0,76	102,03
6	15,9	0,99	0,82	148,18

gde su: \bar{T} i \bar{T}_{up} srednje vreme U RADU i U OTKAZU, μ - parametar oblika i n - parametar razmere Weibull-ove raspodele.

3. MOGUĆNOST POVIŠENJA EFEKTIVNOSTI PROIZVODNIH LINIJA

Uvodjenjem medjuoperacijskih zaliha, tj. bunkera pouzdanost se može povećati u određenoj meri. S obzirom da su u posmatranom slučaju veličine μ i λ funkcije vremena rešenje problema je moguće jedino simulacijom. Simulacioni model je opisan kako sledi.

Matematička podloga za simulacioni model je dosta jednostavna: ako je pouzdanost linije R_L , a pouzdanosti pojedinih mašina R_i ($i=1, \dots, n$) važi

$$R_L = \prod_{i=1}^n R_i \quad (3.1)$$

Razvijanjem funkcije $f(R_1, \dots, R_n) = \prod_{i=1}^n R_i$ u Taylor-ov red u okolini tačke (R_1, \dots, R_n) i zanemarivanjem članova višeg reda dobija se formula:

$$\frac{\Delta R_L}{R_L} \approx \sum_{i=1}^n \frac{\Delta R_i}{R_i} \quad (3.2)$$

čija je osnovna vrednost to da je kod računanja relativne promene pouzdanosti linije odstranjen medjusobni uticaj relativnih promena pouzdanosti mašine. Ovo, pak, omogućuje da se ponašanje pojedinih mašina prilikom promena uslova rada (ubacivanje bunkera i sl.) može simulirati odvojeno i na isti način. Dakle, simuliranje rada cele linije svedeno je

na skup nezavisnih i istovetnih simulacija rada jedne mašine.

3.1 Simulacioni model

Parametri simulacionog modela su sledeći:

- parametri β_r i n_r Weibull-ove raspodele vremena u radu
- parametri β_o i n_o Weibull-ove raspodele vremena u otkazu
- kapacitet bunkera K_B iza mašine ($K_B > 0$)
- vreme TLIM koje predstavlja granicu za računanje pouzdanosti mašine

$$R_i = \text{pr} | t_{ur} > \text{TLIM} | \quad (3.3)$$

gde je t_{ur} vreme u radu

- takt linije u oznaci v

Mehanizam simulacije sastoji se od sukcesivnog generisanja k_{TOT} stanja U RADU sa odgovarajućim vremenima $t_{ur}(j)$ ($j=1, \dots, k_{TOT}$) i izračunavanja broja k ovih stanja koje važi

$$t_{ur} > \text{TLIM} \quad (3.4)$$

Vreme t_{ur} se, po načinu generisanja dobija na bazi nekoliko komponentata:

$t_{ur}^{(1)}$ - "čisto" vreme u radu (kada nema bunkera)

t_{uo} - "čisto" vreme u otkazu

$\tau = v \cdot K_B$ - produženje vremena u radu usled postojanja bunkera

$t_{ur}^{(2)}$ - dodatno vreme u radu ako se, posle otkaza, mašina brže vrati u stanje U RADU nego što se bunker isprazni.

Ukupno vreme u radu se računa prema formuli:

$$t_{ur} = \begin{cases} t_{ur}^{(1)} + \tau, & \tau < t_{uo} \\ t_{ur}^{(1)} + t_{uo} + t_{ur}^{(2)}, & \tau \geq t_{uo} \end{cases} \quad (3.5)$$

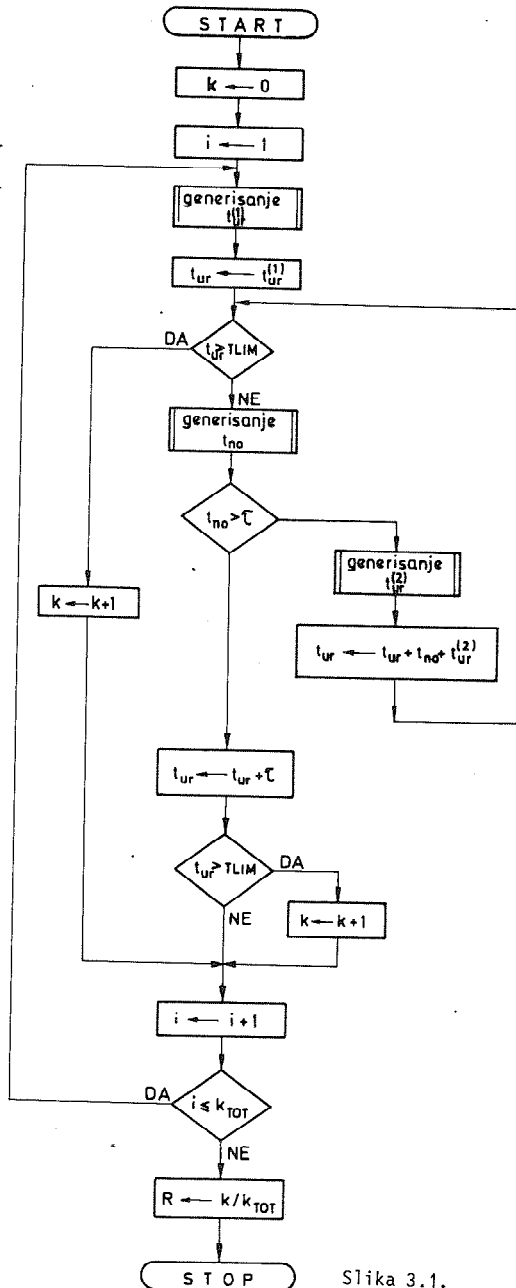
pri čemu se za računanje $t_{ur}^{(2)}$ koristi isti prikazan je na slici 3.1.

Da bi se smanjila autokorelacija i međusobna korelacija generisanih vremena u model su ugrađena dva poboljšanja:

- za generisanje $t_{ur}^{(1)}$ i $t_{ur}^{(2)}$ koriste se tri međusobno nezavisna generatora pseudoslučajnih brojeva sa Weibull-ovom raspodelom,
- za prikupljanje rezultata i kriterijum zaustavljanja koristi se metod replikacija pri čemu se svaka replikacija startuje četvrtim generatorom pseudoslučajnih brojeva.

3.2 Kriterijum zaustavljanja i iskazivanje rezultata

Metod replikacija pomenut u prethodnom odeljku primenjuje se tako što se osnovni algoritam sa sl. 3.1. ponovi m puta sa različitim startnim vrednostima generatora vremena $t_{ur}^{(1)}$, $t_{ur}^{(2)}$ i $t_{ur}^{(3)}$, koje se dobijaju iz četvrtog generatora pseudoslučajnih brojeva. Na taj način dobijaju se m vrednosti pouzdanosti mašine R_{i1}, \dots, R_{im}



Slika 3.1.

a za rezultat simulacije se uzima

$$\bar{R}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m R_{ij} \quad (3.6)$$

Pokazuje se (141, 151) da promenljiva

$$t = \frac{\bar{R}_i - E(R_i)}{s/\sqrt{m} - \bar{T}} \quad (3.7)$$

gde je $E(R_i)$ matematičko očekivanje, a s

standardne devijacije uzorka promenljive R ima t - distribuciju sa (m-1) stepeni slobode tj. važi:

$$\text{pr } |\bar{R}_i - d < E(R_i) < \bar{R}_i + d| = (1-\alpha) \quad (3.8)$$

$$d = \frac{s \cdot t_{m-1, 1-\alpha/2}}{\sqrt{m-1}} \quad 0 < \alpha < 1 \quad (3.9)$$

gde je (1-α) nivo signifikantnosti.

Problemu zaustavljanja procesa simulacije može se pristupiti dvojako:

a) sukcesivno povećavati broj replikacija sve dok se ne ostvari

$$d = \frac{s \cdot t_{m-1, 1-\alpha/2}}{\sqrt{m-1}}$$

$$\text{tj. } m = 1 + \frac{s \cdot t_{m-1, 1-\alpha/2}}{d^2} \quad (3.10)$$

za izabranu dužinu intervala poverenja d i zadati nivo signifikantnosti (1-α).

b) izvesti simulaciju sa fiksnim brojem replikacija m (koji se unapred proceni), a rezultat iskazati u vidu srednje vrednosti \bar{R}_i i intervala poverenja ($\bar{R}_i - d, \bar{R}_i + d$) za zadati nivo signifikantnosti (1-α).

Prva metoda obezbeđuje da sve vrednosti pouzdanosti mašina iz linije budu procenjene sa jednakom tačnošću, ali ostavlja otvoreno pitanje broja replikacija za pojedine mašine (tj. vreme trajanja simulacije) koje učestvuju u eksperimentu.

Drugi način ne obezbeđuje jednaku tačnost, ali daje mogućnost procene vremena trajanja eksperimenta unapred.

U primeru datom u radu autori su se odlučili za drugi način prvenstveno zbog vremena trajanja eksperimenta, a i zbog toga što se pojedinačne vrednosti R_{ij} pravilno gomilaju oko \bar{R}_i tako da je za svih 6 posmatranih mašina u liniji uz $k_{TOT} = 500$ i $m = 15$ standardna devijacija iznosila oko 10^{-2} .

3.3 Računarski program

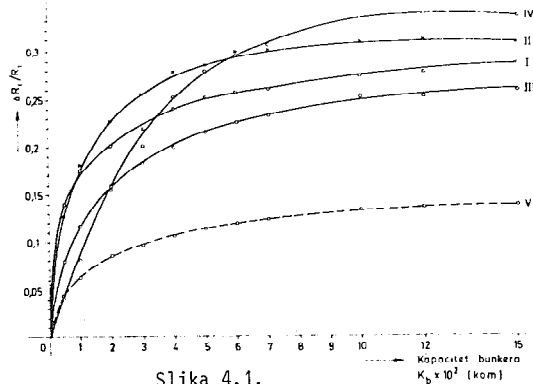
Usled jednostavnosti simulacionog modela i pripadajućeg algoritma za pisanje programa ne mora se koristiti specijalizvani simulacioni jezik. Program je realizovan na programskom jeziku FORTRAN i izveden na miniračunaru VARIAN 73. Iako ovaj računar ne raspolaže floating point procesorom ukupno vreme obrade bilo je relativno kratko - oko 50 s za $k_{TOT} = 500$ i $m = 15$.

4.0 CASE STUDY. OCENA REZULTATA. DALJA ISTRAŽIVANJA

Primenom simulacionog modela iz poglavlja 3.0 dobijeni su rezultati uticaja kapaciteta medjuoperacionih zaliha, odn. bunkera, na potencijalni relativni priraštaj efektivnosti (pouzdanosti) svake od mašina u liniji (od 1 do 5), što je prikazano na sl.4.1.

Postupak odredjivanja mesta i kapaciteta bunkera za ostvarivanje željene pouzdanosti izvodi se prema sledećim koracima:

1) odabere se pouzdanost linije R_L^* i odredi relativna promena pouzdanosti.



Slika 4.1.

(1-5) - mašine u liniji

$$\frac{R_L^* - R_L}{R_L}$$

- 2) Odrede se maksimalni mogući kapaciteti bunkera iza svake mašine, u zavisnosti od dimenzija komada i slobodnog prostora u liniji, $(K_{bi}^*)_{max}$, pri čemu je $i=1, n$ broj mogućih bunkera u liniji.
- 3) Odabere se potrebno relativno povišenje pouzdanosti svakog bunkera, za određeni kapacitet bunkera:

$$\frac{U_{\Delta R_i/R_i} \times \Delta(\Delta R_i/R_i)}{U_{K_b} \times (K_{b max} - K_{b max}^n)} \times 100 < p(\%)$$

gde je: U - razmera, p - priraštaj pouzdanosti

$$K_{b max} = K_{b max}^n - \frac{U_{\Delta R_i/R_i} \times \Delta(\Delta R_i/R_i)}{p \times U_{K_b}} \times 100$$

- 4) bira se $\text{MIN } |K_{bi}^*_{max}, K_{bi}^n_{max}|$
- 5) pristupa se izboru bunkera koji daje najveće relativno povišenje pouzdanosti, sa maksimalnim mogućim kapacitetom, sve dok se ne obezbedi

$$\frac{R_L^* - R_L}{R_L}$$

Prikazano rešenje problema je originalna razvijena metoda zasnovana naprnatim naučnim principima teorija stohastičkih procesa i simulacija. Rešenje je dovoljno opšte i invarijantno je u odnosu na tip zakona raspodele parametara pouzdanosti.

Glavni pravac istraživanja se ogleda u razvoju modela za simulaciju reda linije u

cilju povišenja izlazne efektivnosti kod obradnih linija u kojima se procesne zalihe stvaraju autonomno, tj. sopstvenim mašinama, a ne spolja (interna ili eksterna kooperacija).

Dalji razvoj modela mora da obuhvati eksplicitnu zavisnost izlaza od troškova realizacije povišenja efektivnosti korišćenjem procesnih zaliha.

5.0 ZAKLJUČNE NAPONEME

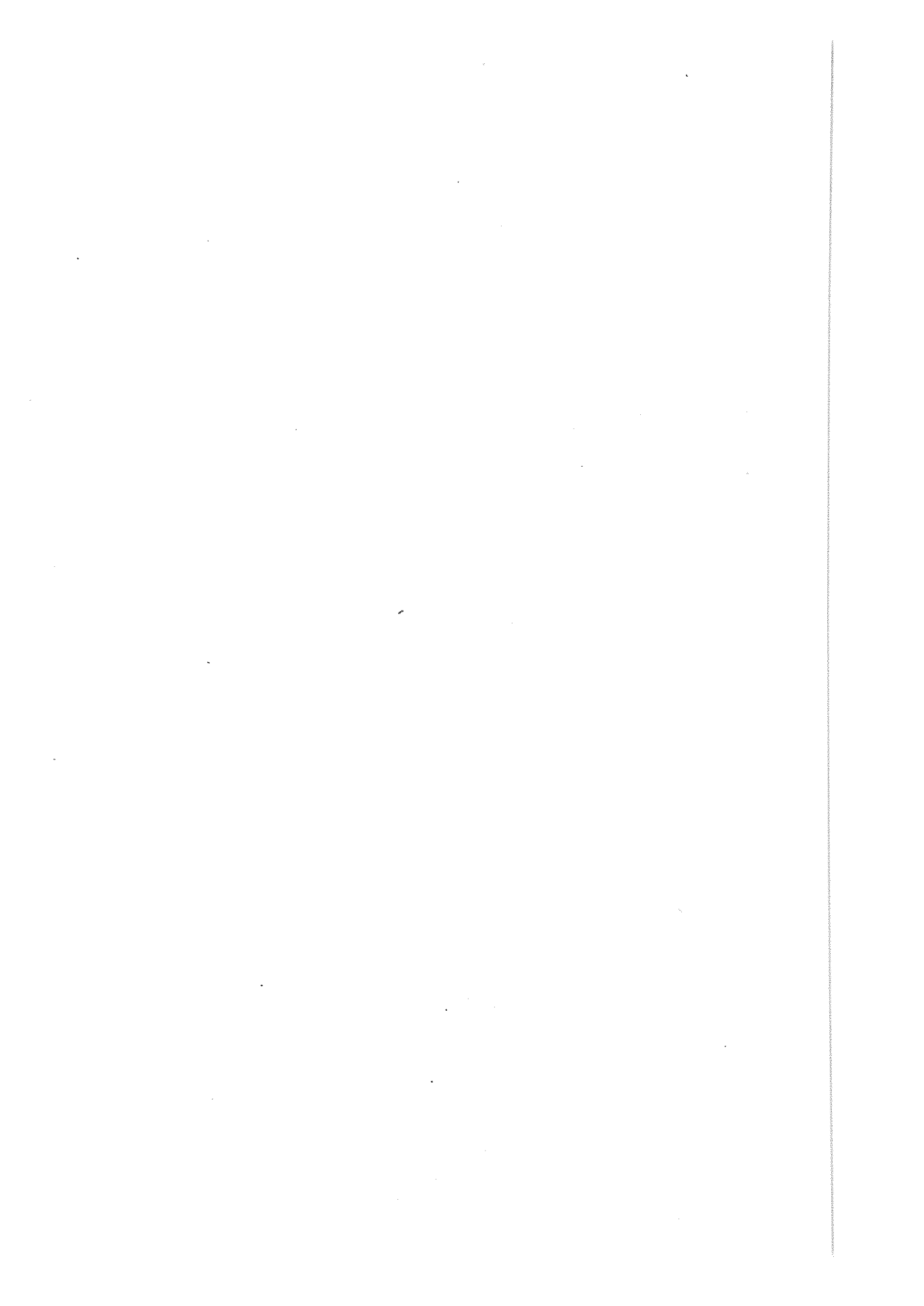
Prikazani model je primenjiv bez ograničenja. Može se koristiti i za druge svrhe, kao što je modeliranje stanja, povišenje izlaznih efekata sistema uopšte itd.

Postupak opisan u delu 4.0 je jednostavan za inženjersku primenu bez potrebnih specijalističkih znanja.

Model je koristan kako za rekonstrukciju postojećih proizvodnih linija, tako i za projektovanje novih, istih ili sličnih linija pri čemu je potrebno poznavanje parametara koji opisuju ponašanje mašina koje se ugradjuju u liniju.

LITERATURA

1. Volchkevich, L.I., 1969. RELIABILITY OF AUTOMATIC LINES (in Russian), Mashinostroenie, Moscow
2. Finch, P., Private Communication
3. Stanivuković, D., Investigation of the possibility of the effectiveness increasing by production lines in machinery industry, PHD dissertation, University of Novi Sad - forthcoming
4. Franta D.R., 1977. THE PROCESS VIEW OF SIMULATION, Elsevier-North Holland Inc.
5. Fishman, G., 1978. PRINCIPLES OF DISCRETE EVENT SIMULATION, John. Wiley & Sons Co., New York.



PRILOG ANALIZI USLOVA ZA POVEĆANJE EFEKTIVNOSTI U
SAMOUPRAVNOM DRUŠTVU

Fuada Stanković

Pravni fakultet

Univerziteta u Novom Sadu, Jugoslavija

U radu se skreće pažnja na mjesto čovjeka u procesu proizvodnje i njegovu ulogu u tom procesu. Samoupravni ekonomski sistem pruža veće šanse za humaniji položaj čovjeka u proizvodnom procesu i zbog toga i za veću ekonomsku efektivnost.

Proces proizvodnje ima dvije svoje strane: tehničku i društvenu. Na današnjem visokom stepenu tehničkog razvoja posebno postaje aktuelna društvena komponenta. Za savremeni svijet postaje sve važniji problem odnosa tehnike i humanizma. Učesnici u procesima zaokupljeni svojom strukom, najčešće vide samo tehničku stranu proizvodnog procesa. Za njih se ljudski rad javlja kao ulazna veličina u proizvodnim sistemima, zajedno s mašinama. Analizira se zatim sam proizvodni sistem, isključivo sa stovišta materijalnih dobara koja se javljaju na izlazu iz sistema. Cilj procesa proizvodnje su materijalna dobra.

U ovom radu želimo da skrenemo pažnju na potrebu da se u procesima rada više nego do sada ima u vidu mjesto čovjeka u procesu proizvodnje.

Zašto radimo? Čovjek i rad su od nastanka čovječanstva sinonimi. Čovjek je uvijek morao da radi da bi opstao u prirodi, ali i da bi bio čovjek. Hiljadama godina ljudi su radili, prvo su to bili poslovi isti za sve, a onda se sa podjelama rada pojedinci opredeljuju za određenu, specijalizovanu vrstu rada. Neki su ljudi birali ono što su radili, ogromna većina je provodila svoj životni vijek radeći posao koji je morala da radi. Za ogromnu većinu čovječanstva rad je bio i još je uvijek mukotrpan svakodnevno ponavljanje rutinskih pokreta i operacija, koji zamaraju i fizički i intelektualno. Doduše, s tehničkim razvojem uvodjenjem sve savršenijih i komplikovanijih sredstava za rad smanjuje se stepen fizičkog naprezanja čovjeka, ali se stalno povećava intenzivnost rada zbog psihičkog napora i napetosti. I izvan procesa materijalne proizvodnje, veliki broj ljudi radi monotone, otupljujuće poslove po kan-

celarijama, biroima i u različitim uslužnim djelatnostima. Ljudi danas uglavnom rade da bi zaradili sredstva za egzistenciju. Čovjek radi sedam ili osam sati dnevno da bi zaradio novac koji će trošiti u preostalom slobodnom vremenu. Upravo zato što se radi o nužnom i prisilnom radu sva sloboda u toj sferi sastoji se u tome da se posao obavi na racionalan način, uz što manji utrošak vremena.

Proces rada, proces proizvodnje koji je stvorio čovjeka - postao je mjesto njegovog robovanja. A to ropstvo proteže se i na slobodno vrijeme - on je neslobodan jer predstavlja samo jednu polugu u džinovskom mehanizmu potrošačkog svijeta, svijeta stvari. Savremenim svijetom zavladao je duh kvantifikacije, apstrakcije i depersonalizacije. Tehnička sredina zamijenila je prirodnu sredinu čovjeka. Stvorilo se jedinstvo mehanizovanog rada i mehanizovanog slobodnog vremena¹.

Na sadašnjem stepenu razvoja ljudskog društva u cjelini, a posebno njegovog većeg dijela koji veoma mnogo zaostaje u razvoju za visoko razvijenim zemljama - još nema, niti će uskoro biti uslova za ukidanje rutinskog, nekreativnog rada.

Nije presudna karakteristika to što se radi o fizičkom radu, već to što je u pitanju vršenje monotonih fizičkih funkcija bez ikakve mogućnosti da se u samom tom radnom procesu nalazi zadovoljstvo.

Tehnički i tehnološki razvoj stalno šire mogućnosti za pretvaranje rutinskog u kreativni rad, ali još će proći mnogo vremena prije nego će svi ljudi moći da rade samo one poslove koji su kreativni koje čovjek želi da radi, jer je stvaranje smisla njegovog života.

U naše vrijeme, ljudi su u značajnoj mjeri oslobođeni teških fizičkih poslova - mašina ih sve više u tome zamjenjuje. Skratilo se radno vrijeme - ima više vremena za potrošnju.

Još je Marks pisao kako komplikovani svijet mašinerije sve očiglednije pretvara čovjeka u dodatak mašini, on nju opslužuje, pa se gubi iz vida da je mašina stvorena zbog čovjeka, da je čovjek nju stvorio da bi svoj život učinio ljepšim i bogatijim, naravno, ne samo u materijalnom smislu².

Postaje očigledno da masovna proizvodnja i masovna potrošnja nisu uspjeli stvoriti masovnu sreću ili bar masovno blagostanje. Zbog uske specijalizacije i sve detaljnije podjele rada, čovjek je prestao da doživljava zadovoljstvo stvaranja proizvoda korisnih za njega i društvo. U velikom broju slučajeva on ne vidi i ne zna smisao svoje silne operacije u sklopu cjelokupnog procesa proizvodnje. Time se on sve više otudjuje i postaje sve usamljeniji u sistemu u kome se društveni karakter proizvodnje sve neposrednije ispoljava. Niko sam više ništa ne može da proizvede.

Problemi takvog položaja radnika u procesu proizvodnje uočeni su već odavno. Razlog zašto danas pokušavaju da se pronadju rješenja u pravcu vraćanja situacije na radnom mjestu na onakvu kakva je bila u vrijeme jednostavnih alata i proste kooperacije (zbog čega se i uvode savremeni tehnološki prilazi), nisu prije svega humanistički, nego su vezani za težnju za što većom efikasnošću u procesu proizvodnje. Subjektivni faktor tog procesa - radnik, istraživač, sa svojom fizičkom i umnom energijom ključni je faktor proizvodnje. Od njegove zainteresovanosti i motivisanosti za rad, od njegovog raspoloženja, osjećaja pripadnosti kolektivu u kojem radi, bitno će zavisiti ekonomski efekti procesa proizvodnje. Zato se posljednjih decenija u visoko razvijenim zemljama posvećuje velika pažnja ovom subjektivnom faktoru. Pokušavaju da se pronadju rješenja za takvu tehniku i tehnologiju, u okviru kojih će se radnik što više osjećati u stvaralačkoj ulozi, kao subjekt koji se pita, od čijeg glasa zavisi donošenje izvjesnog broja važnih proizvodnih odluka. Teži se ka identifikaciji radnika sa "njihovom" fabrikom, za koju oni treba da budu materijalno i emotivno vezani i maksimalno zainteresovani za njene što bolje proizvodne rezultate. Razvijanje participacije radnika u upravljanju preduzećima motivisano je ne moralnom nego prije svega ekonomskom i tehnološkom nužnošću. Usporen porast produktivnosti rada u novije vrijeme uslovljen je, pored ostalog, i problemima motivacije učesnika u procesu proizvodnje.

Tu leže uzroci uvodjenja participacije radnika u upravljanju u razvijenim zapadnim zemljama. Već davno je shvaćena ograničenost

tejlorizma, koji je suviše uprostio proizvodnu strukturu sa svojim pristupom da je nužno sve striktno predvidjeti i propisati u radnom procesu. I ekonomska nauka u gradjanskom društvu uvidja da su ekonomski sistemi, sistemi u kojima je interakciju unutarstemske snaga (središnji proces) nemoguće odvojiti od dejstva ekstrasistemskih, tj. faktora okruženja. A čovjek, i ljudski odnosi istovremeno djeluju i kao intersistemski i ekstrasistemski faktori.

Sve se brže razvijala ideja o humanijem odnosu prema podčinjenom, o poštovanju ličnosti, o demokratizaciji načina rukovodjenja. Posvećuje se velika pažnja osjećanjima, raspoloženjima, mišljenjima najamnog radnika³.

Kako se ovi problemi ispoljavaju u socijalističkom društvu? Za razliku od kapitalizma, u socijalizmu ekonomski efekti nisu jedini motiv proizvodne aktivnosti. Tu se u principu teži ka humanizaciji čovjekovog života, ukidanju odnosa u kojima dominira "homo oeconomicus", otudjeni čovjek, potrošač, rob materijalnih stvari.

Ali realna socijalistička društva po pravilu su nedovoljno ekonomski razvijena da bi mogla da ostvare nužan nivo ekonomskog blagostanja kao pretpostavku za razvijanje drugih vrijednosti u društvu. Zato je za socijalističke zemlje pitanje ekonomske efikasnosti, optimalne organizacije proizvodnih procesa - i humanizacije istovremeno pitanje mogućnosti ostvarenja socijalističkog društva uopšte.

Kako se može najbolje ostvariti povezivanje naučno-tehničkog progressa sa oslobodjenjem rada, demokratijom, samoupravljanjem?

Naučno-tehnička revolucija, svoj tok zasniva i na kvalitativnim promjenama u tehnici, ali i na razvoju čovjekovih sposobnosti. Ona vodi afirmaciji čovjeka i oslobadja ga od neposrednog procesa rada, angažuje ga na poslovima planiranja, pripreme i kontrole proizvodnje ostavljajući mu sve više vremena za funkciju upravljanja.

U uslovima samoupravnog društvenog sistema tehnika uopšte i procesi automatizacije posebno, omogućuju radnom čovjeku da se osjeća više kao cjelovita, integralna ličnost i nosilac najvažnijih funkcija u procesu reprodukcije - funkcija planiranja, izvršenja, kontrole, upravljanja i donošenja odluka s ekonomskim efektima.

Automatizacija omogućava da se od principa "rukovodjenja ljudima", predje na princip upravljanja stvarima.

Kruta hijerarhijska organizacija je nespojiva s prirodom čovjeka. Odbacuju se termini "odozgo" i "odozdo" i ukazuje se da za efikasnost organizacije nije dovoljna jednostavna poslušnost upravljanja,

niti odobrenje upravljača. Javlja se potreba za difuzijom autoriteta vezana za posjedovanje specijalnih stručnih znanja.

Proizvodni proces se odvija sve više automatski, pa nema potrebe da se nadzire kontroliše i rukovodi ljudima već procesima, jer su proizvodni procesi uglavnom "zastvoreni", kontinuirani, unaprijed programirani. Rukovodilac sve više postaje koordinator radnog tima. Pored ove tehničke uslovljenosti promjena u položaju čovjeka u procesu proizvodnje, samoupravljanje doprinosi da se taj položaj brže mijenja nego što bi se inače mijenjao. Učestvujući u odlučivanju o svim pitanjima proizvodnje i raspodjele, radnik postaje stvarni subjekt u tim procesima. Njegov društveni položaj u značajnoj mjeri nadoknađuje njegovu tehničku i tehnološku podčinjenost.

U samoj suštini samoupravljanja leži oslobađanje rada, dok procesi mehanizacije automatizacije predstavljaju materijalnu pretpostavku tog oslobodjenja. "... samoupravljanje s jedne, i naučno-tehnološka revolucija, s druge strane, samo su dvije strane jedne te iste čovjekove revolucije"⁴.

Za jugoslovensko samoupravno iskustvo već dugo su zainteresovani stručnjaci i naučnici raznih profila i izvan Jugoslavije. Tako je u okviru savremene zapadne nemarksiističke teorije formulisana apstraktan teorijski model samoupravne privrede koji se komparira sa klasičnim kapitalističkim modelom. Taj model su razvijali B.Ward, E.Domar, J.Vanek, Meade i mnogi drugi, uglavnom američki ekonomisti. Svoju najrazradjeniju varijantu on ima u knjizi Jaroslava Vaneka: *The General Theory of Labour-Managed Market Economies*⁵. Osnovne premise tog modela su samoupravljanje u preduzećima, učestvovanje svih radnika u raspodjeli, puna decentralizacija u donošenju odluka, i puno oslanjanje na tržišni mehanizam. Postoji kolektivno pravo korištenja sredstava preduzeća i sloboda zapošljavanja. Osim ovih karakteristika samoupravnog sistema, Vanekov model karakteriše i jedan operativni princip - a to je maksimizacija dohotka po radniku. Ovaj osnovni motivacioni princip u zamišljenom teorijskom modelu je izazvao mnoge diskusije. I sam Vanek ističe probleme koji se javljaju kao posljedica postupanja u pravcu maksimiziranja dohotka po radniku. Težnja za maksimiziranjem dohotka po radniku može, pored ostalog da izazove i redukciju u zaposlenosti. Ali Vanek smatra da bi u samoupravnom modelu bilo uobičajeno da redukcije u zaposlenosti u jednom preduzeću koincidiraju s dobrim uslovima za poslovanje industrije u cjelini. Tako bi postojao jak podsticaj za osnivanje novih preduzeća. Otpušteni radnici bi tada činili prirodno jezgro za formiranje novih preduzeća. Izvjestan broj jugoslovenskih ekonomista je osporio Vanekovu tezu o maksimizaciji dohotka po radniku kao osnovnom motivu privredjivanja u samoupravnoj privredi.

Tako se, na primjer, ističe da je ukupan dohodak osnovni motiv, a ne dohodak po radniku⁶.

Drugo je mišljenje da se cijeli model ne može graditi samo na jednom motivu, pošto postoji mnoštvo ciljeva koji su međusobno nehomogeni, polivalentni i uglavnom "hijerarhizovani". Prema ovom shvatanju, trebalo bi u model ugraditi i ciljeve koji proističu iz planiranja - kao oblika društvene intervencije koja reguliše, usaglašava i koriguje posljedice različitih uslova privredjivanja. Takodje bi kao važan parametar u ciljevima jednog samoupravnog modela trebalo unijeti i "tendenciju ka zapošljavanju proizvodnih faktora"⁷.

Suština problema je u tome da se pro-nadje teorijsko objašnjenje za motivaciju u socijalističkom samoupravnom modelu. U kapitalizmu je profit osnovni motiv privredjivanja, mada se u poslednje vrijeme i on osporava kao jedini, isključivi motiv. Vanekov zaključak o većoj ekonomskoj efektivnosti samoupravnog preduzeća u odnosu na kapitalističko, izvodi se iz činjenice da motivisanost radnika na osnovu učesća u dohotku i samoupravljanje, njega stimulišu da primjenjuje savremeniju tehnologiju nego kapitalističko preduzeće.

Rad radnika se vezuje za rezultate njegovog rada, vlada jedinstveni kolektivni duh, solidarnost i jedinstvo, podstiču se male inovacije unutar užeg radnog kolektiva, bolja je intervencija države i lakše se otklanjaju nedostaci tržišne privrede.

Jugoslovenska ekonomska teorija još nije saglasna oko toga koji je ključni motiv privredjivanja u samoupravnoj privredi. Normativno, to je nesumnjivo dohodak, ali treba istraživati u kojoj mjeri je dohodak motiv i u praksi. Dohodak je apstraktna kategorija, koja se tek djelimično ispoljava preko dobiti kao njegovog pojava oblika. Dohodak je po definiciji teorijski izraz društvenih odnosa proizvodnje, dok je dobit kalkulativni element konkretnog poslovanja i pokazatelj uspješnosti privredjivanja. Složenost društvenih i ekonomskih uslova u socijalizmu kao prelaznom periodu, posebno zbog još nepronadjene ni približno optimalne kombinacije plana i tržišta - otežava teorijsko diferenciranje osnovnog motiva.

U stvari, vjerovatno je da se ne može jedan jedini motiv uzeti kao toliko dominantan da bi sve ostale motive trebalo staviti u drugi plan. Ali, ekonomska motivacija je bitna. Vrlo je važno, s jedne strane, stimulisati ekonomsku zainteresovanost, a istovremeno razvijati i druge motivacije - osjećaj zajedništva, solidarnosti, itd. Ovakvo opredjeljenje sadržano je u jugoslovenskom Ustavu i osnovnim zakonima, ali je izvjesno da se u praksi ti ciljevi ne ostvaruju onim tempom kako bi se to željelo.

Naravno, kada se formuliše jedan opšti teorijski model samoupravne privrede, onda je logično da se podje od pretpostavke da ekonomski subjekti, prateći svoje interese, ispoljavaju konzistentno ponašanje koje se može označiti kao tipično, racionalno.

Vrlo je značajno da se samoupravljanju i u nemarksističkoj ekonomskoj teoriji pridaje veliki značaj - kao načinu upravljanja procesom proizvodnje koji pruža veće šanse za ekonomsku efikasnost. Jugoslovensko iskustvo je u cjelini potvrdilo tezu o većoj motivisanosti za ekonomski racionalno ponašanje u odnosu na druge sisteme. Jugoslavija je više godina imala jednu od najvećih stopa privrednog rasta u svijetu. Medjutim, poslednjih godina se zapažaju problemi u privredi koji su posljedica nedovoljne ekonomske efektivnosti. Interesantno je i važno tragati za uzrocima takvog stanja. Ti uzroci očigledno ne leže u samom konceptu samoupravljanja, nego u teškoćama koje se javljaju u praktičnom ostvarivanju ciljeva sistema.

Na sadašnjem stepenu razvijenosti samoupravljanja, posebno je značajan problem integracije različitih samoupravnih interesa, potiskivanjem uloge države i razvijanjem samoupravnih oblika te integracije. Na tome se posebno insistira poslije 60-ih godina. Stimuliše se poslovno i proizvodno povezivanje koje slijedi logiku ekonomskog interesa.

I danas se još uvijek traže načini za podsticanje ekonomskog interesa za udruživanje - jer iskustvo govori da integracije stvorene političkim i sličnim pritiscima u osnovi nisu prave integracije i ne doprinose efikasnosti samoupravne privrede.

Neprinudna integracija dijelova u cjelinu oko jednog zajedničkog interesa omogućuje bolju koordinaciju dijelova u cjelini sistema, postiže se veći stepen izvjesnosti, i manje je entropije.

Dijelovi se nalaze u takvom društvenom položaju da su stimulisani za ujedinjavanje osnovnih uslova rada, za razliku od onog tipa integracije koji se ostvaruje pod uticajem ekonomske, političke ili duhovne vlasti.

Integracija je društveni proces, a ne tehnička operacija. Složeni sistem koji se koncentriše oko tehnološkog jezgra, a istovremeno predstavlja i socijalnu, interesnu integraciju, ima nesumljive prednosti u odnosu na prinudnu integraciju⁸.

Svaka tehnologija uvijek pretpostavlja određeno čovjekovo ponašanje - pri tome se najčešće kao kriterijum uzima samo ekonomska efektivnost, da bi se maksimalno iskoristile fizičke i psihičke mogućnosti radnika.

Nužno je proučavati ekonomske efekte različitih tehnologija, ali i sa ekonomske tačke, dugoročno je povoljnija tehnologija koja vodi računa o čovjeku.

U socijalističkom samoupravnom društvu cilj je da se u datim ekonomskim uslovima postigne što humaniji položaj čovjeka. A takav položaj će se brže i cjelotivije ostvarivati ukoliko se društvo ekonomski brže razvija. Zato je težnja ka što većoj ekonomskoj efikasnosti jedna od bitnih karakteristika socijalističkog društva. Samoupravljanje očigledno stimuliše ljude da se više zalažu na poslu.

Imajući u vidu istaknute probleme jugoslovenskog samoupravnog društva - treba usavršavati sistem u pravcu razvijanja što veće ekonomske motivisanosti, koja će pored ostalih motiva doprinositi bržem ostvarivanju ukupnih ciljeva socijalizma.

LITERATURA

- /1/ vidjeti: G.Griedman, Kuda ide ljudski rod? Pariz, 1950.
- /2/ "Pitanje je jesu li svi dosad učinjeni mehanički pronalasci olakšali svakidašnji trud idejnog ljudskog stvora". (J.S.Mill, vidjeti K.Marx, Kapital, tom, I, Dela, 21, str.329, Prosveta, Beograd, 1970.
- /3/ Još 1933. g. je E.Mayo napisao poznatu knjigu The Human Problems of an Industrial Civilization.
- /4/ P.Sikavica, Istraživanje samoupravne organizacije, Informator, Zagreb, 1979, str.61.
- /5/ izd.Cornell University Press, Ithaca and London, 1970.
- /6/ M.Korać, Samoupravna probna privreda, Diskusija, Treći program, Beograd,br.2, 1972, str. 88.
- /7/ I.Maksimović, Isto, str. 93-94.
- /8/ vidjeti: M.Pečujlić, Budućnost koja je počela, Politička misao i praksa, Beograd, 1969, str. 106.

POUZDANOST PROCESA SASTAVLJANJA TEHNIČKIH SISTEMA

VUKOLA STEVANOVIĆ

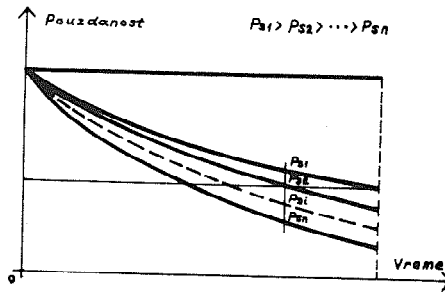
Profesor Pedagoško-tehničkog fakulteta
Univerziteta "Svetozar Marković",
Kragujevac, Jugoslavija

Problemima procesa sastavljanja posvećuje se relativno mala pažnja u odnosu na druge tehnološke operacije. Budući da proces sastavljanja predstavlja završnu operaciju presudnu za ukupan kvalitet tehničkog sistema, u radu se prikazuju neka dostignuća istraživanja pouzdanosti tog procesa. Problematika se uglavnom tretira sa teorijskog stanovišta, s obzirom da eksperimentalna istraživanja kod tih procesa dugo traju. I pored takvog pristupa, doprinos je u aplikaciji kod većeg broja konkretnih slučajeva.

1. UVOD

Procesom sastavljanja tehničkog sistema na kraju ciklusa njegove izrade znatno se predodređuje konačan kvalitet. Nije redak slučaj da se u fazi proizvodnih operacija postigne najpovoljniji kvalitet kod manjih celina tehničkog sistema, koji može biti znatno degradiran zbog loše projektovanog i realizovanog procesa sastavljanja. Da bi se mogao pratiti kvalitet jednog složenog tehničkog sistema, i njegova promena, indirektno se mora pratiti njegova pouzdanost, i pouzdanost procesa u kome se ostvaruje sopstvena pouzdanost, s obzirom da je to jedan od parametara koji se može kvantifikovati. Pri tome treba imati u vidu da se pouzdanost počinje menjati od trenutka kada sistem počinje da funkcioniše. Koliko će dugo sistem ispravno funkcionisati zavisi od nivoa njegovih karakteristika: eksploataбилности, tehnoloгиčnosti i funkcionalности koje sintetizovane predodređuju pouzdanost odnosno vrednost tehničkog sistema i stabilnost procesa uopšte a posebno procesa sastavljanja. Razlika u kvalitetu istovrsnih sistema pokazace se u brzini promene ukupne pouzdanosti u toku vremena (slika 1.). Pored toga, tehnički sistem će u toku upotrebe, zbog delovanja unutrašnjih i spoljašnjih procesa, starići što će usloviti pad pouzdanosti. U ovom trenutku razmatraće se samo

pouzdanost tehničkih sistema pre početka njihove eksploatacije, odnosno definisati nivo pouzdanosti pri izlasku ovih sistema iz proizvodnog ciklusa.



Slika 1.

2. POUZDANOST PROCESA SASTAVLJANJA

Proces sastavljanja, kao deo proizvodnog procesa, u kome nastaje neki tehnički sistem, čini niz njegovih celina. U suštini, pouzdanost procesa sastavljanja određena je sa dve grupe faktora:

- faktori koji definišu pouzdanost tehničkog sistema i njegovih strukturnih celina,
- faktori koji definišu pouzdanost sopstvenog procesa sastavljanja.

Ako se u analizu udje sa pretpostavkom da su pouzdanosti pojedinih celina

tehničkog sistema nezavisni događaji, izraz za ukupnu pouzdanost čini niz:

$$P_u = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_n = \prod_{i=1}^n P_i \quad (1)$$

gde su: P_1, P_2, \dots, P_n pouzdanosti manjih celina tehničkog sistema. Budući da pouzdanost tih celina zavisi od parcijalnih procesa, kojima su oni podvrgnuti do momenta sastavljanja, pouzdanost sastavljenog sistema će biti:

$$P(t) = P_1(t+t_1) \cdot P_2(t+t_2) \cdot \dots \cdot P_n(t+t_n) \quad (2)$$

Uzimajući u obzir da u fizikalnom smislu, verovatnoća pojave greške odnosno škarta, i pouzdanost procesa sastavljanja čine niz prostih događaja, obezbeđen je nužan uslov da pouzdanost elemenata bude znatno manja od jedinice.

Ako se poznaju parcijalne funkcije $P_1(t), P_2(t), \dots, P_n(t)$, postoji mogućnost da se utvrde najpovoljniji uslovi da pouzdanost tehničkog sistema bude optimalna za određenu količinu proizvoda u intervalu vremena $T = t_i - t_{i-1}$, odnosno:

$$G(t) = \int_{t_{i-1}}^{t_i} P(t) dt \quad (3)$$

Iskustvo pokazuje da je, u procesu sastavljanja, neophodno stvoriti visoke pouzdanosti na početnim operacijama sastavljanja jer su naredne završne operacije osetljivije i imaju manju pouzdanost, a pojava i najmanjih grešaka na njima izaziva velike ekonomske gubitke.

Ako se proces sastavljanja posebno posmatra jedan složeni sistem sa velikom interakcijom, s obzirom da se radi o kompleksnom proizvodnom procesu, induktivno se dolazi do zaključka da njegovu pouzdanost definišu tri odgovarajuće pouzdanosti:

$$P_{ps} = P_{ie} \cdot P_{mo} \cdot P_{zk} \quad (4)$$

gde je:

- P_{ie} - pouzdanost izlaznih elemenata
- P_{mo} - ukupna pouzdanost operacija sastavljanja
- P_{zk} - pouzdanost ostvarenja završne kontrole.

Pouzdanost izlaznih elemenata, odnosno prve karike prethodnog lanca predstavlja poseban problem istraživanja gde se polazi od klasifikacije koja govori da li se radi o popravljivim ili nepopravljivim sistemima. U razmatranju dolaze samo elementi strukture

tehničkog sistema koji imaju visoki rang kritičnosti u odnosu na funkciju sistema. Koncipiranje mreže ovako odabranih celina predstavlja posebno težak teorijski i aplikativni problem, naročito ako se ne zanemare zavisnosti izmedju tih celina u kompleksnoj strukturi. Ovo predstavlja veliki problem u istraživanju kod baznih elemenata strukture sistema s obzirom da oni imaju najveći broj međusobnih veza.

Ukupna pouzdanost operacija sastavljanja, analogno izrazu (4), zavisi od opreme s kojom se izvodi, prostora u kome se realizuje i radne snage koja izvodi tehnološke operacije. Drugim rečima, ukupna pouzdanost se definiše kao:

$$P_{mo} = P_{op} \cdot P_{pr} \cdot P_{rs} \quad (5)$$

gde je:

- P_{op} - pouzdanost opreme,
- P_{pr} - pouzdanost prostora i
- P_{rs} - pouzdanost radne snage koja učestvuje u procesu

Iako se uočava da, u normalnim uslovima odvijanja procesa sastavljanja, kao podsistema proizvodnog procesa, postoji odnos pouzdanosti:

$$P_{pr} > P_{op} > P_{rs} \quad (6)$$

Na osnovu izraza (5) i (6) sledi da na pouzdanost procesa sastavljanja P_{mo} u najvećoj meri utiču pouzdanost radnika i pouzdanost opreme pa tek onda pouzdanost prostora. Budući da je pouzdanost manja od 1 a veća od 0, nužno sledi iz (5) da je pouzdanost procesa manja od pouzdanosti radne snage, odnosno od najmanje pouzdanosti u lancu:

$$P_{mo} < P_{rs} ; P_{mo} < P_{min} \quad (7)$$

3. POUZDANOST RADNE SNAGE

Kao što je prikazano, proces sastavljanja čine tri značajne karike lanca od kojih, isto tako, svaki može imati svoje elemente. Pošto je konstatovano da je radna snaga najslabija karika lanca, mora se na nju delovati da bi se povećala ukupna pouzdanost. Očigledno je da se, sa stanovišta pouzdanosti, mora uvesti delimični paralelan spoj, što praktično znači imati jedan broj radnika u rezervi.

U principu, problem potrebnog broja radnika, za neku pouzdanost P_n , može se istražiti na sledeći način. Neka je:

- n - broj radnika potreban u procesu sastavljanja,
- N - broj radnika po spisku, pri čemu je $n \gg N$,

- P - verovatnoća da će radnik biti prisutan u procesu sastavljanja i sposoban za rad,
- q - verovatnoća da radnik neće biti prisutan u procesu sastavljanja.

Pošto se radi o diskontinualnim veličinama u razmatranju će se koristiti zakon binomne raspodele. Iri tome treba utvrditi kolika je verovatnoća da će u procesu biti prisutno (n-1) radnika, što ukazuje da proces sastavljanja neza uslova da se odvija. Ovo simbolički izgleda:

$$Q_T = \sum_{x=0}^{n-1} \binom{n}{x} \cdot p^x \cdot q^{n-x} \quad (8)$$

Pouzdanost radne snage, P_T utvrđuje se iz izraza za protivnu verovatnoću, na bazi prethodno izračunate verovatnoće Q_T :

$$P_T = 1 - Q_T = 1 - \sum_{x=0}^{n-1} \binom{n}{x} \cdot p^x \cdot q^{n-x} \quad (9)$$

Analizom izraza (8) i (9) zapaža se jednostavna mogućnost povećanja pouzdanosti radne snage kao sastavne celine procesa sastavljanja, na sledeći način:

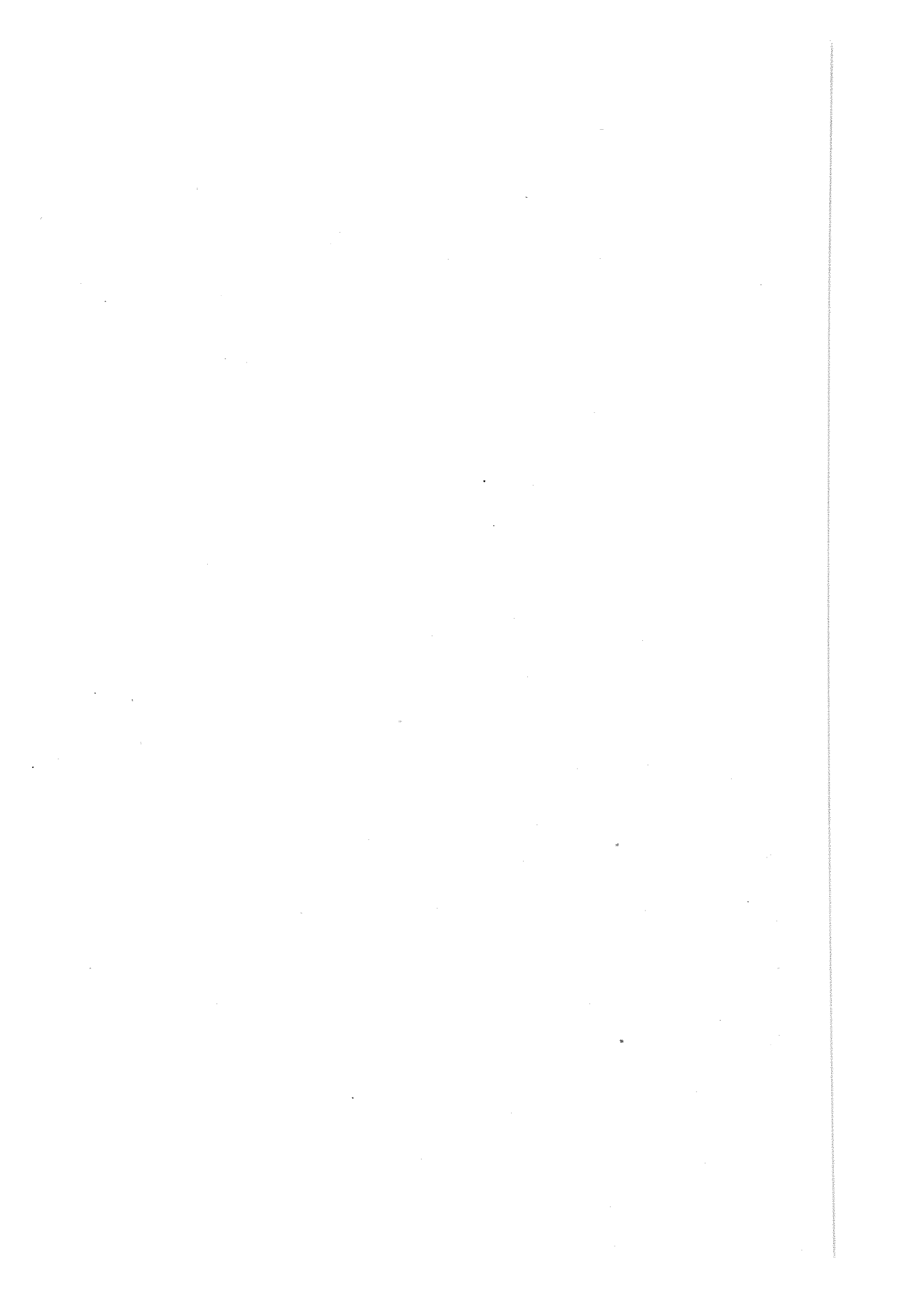
- a) povećanjem viška radnika, izraženim preko razlike (N-n), odnosno povećanjem tog viška povećava se i pouzdanost,
- b) poboljšanjem svih uslova koji obezbeđuju: uredno dolaženje radnika na posao, njihovu sposobnost i motivisanost za rad, što uslovljava povećanje verovatnoće p,
- c) pri kombinaciji prethodnih načina, mora se voditi računa i o troškovima, što uslovljava stimulaciju radne snage prema odabranom kriterijumu za željenu pouzdanost celokupne radne snage P_T .

4. ZAKLJUČAK

1. Ukoliko se želi najveća pouzdanost procesa sastavljanja kroz čitav vremenski period treba nastojati da sve njegove karike imaju ujednačenu pouzdanost, što je u praksi vrlo teško ostvariti, ali se u tome mora istrajati.
2. Posebno veliku teškoću predstavlja ujednačavanje pouzdanosti izvršenja operacija, budući da se individualne sposobnosti radnika znatno razlikuju. Tu je jedini izlaz u tehnici planiranja smena, uz uslov da se poznaju pojedinačne psihofizičke sposobnosti radnika.
3. Oprema i prostor imaju znatno stabilniju pouzdanost i prema njima treba podešavati pouzdanost radne snage da se ne bi, bez potrebe, povećavali troškovi u cilju povećanja pouzdanosti kod najslabije karike procesa sastavljanja.
4. Iz izloženog sledi da se na potpuno analogan način može razmatrati bilo koji proces, ako je poznata njegova struktura i način veze elemenata u toj strukturi.

REFERENCE

1. V. Stevanović, Proračun i merenje pouzdanosti, FSB, Zagreb, 1977.
2. V. Stevanović, Uticaj održavanja na pouzdanost naoružanja, FSB, Zagreb, 1977.
3. Pavlič I., Statistička teorija i primena, Zagreb, Tehnička knjiga, 1966.



SVE DOK VLADA ZAKON TRŽIŠTA I ROBNE PROIZVODNJE,
PROIZVODNI RAD JE JEDINO DRUŠTVENO KORISTAN RAD.

DJORDJE ŠĆEPANČEVIĆ

Predsednik poslovnog odbora
radne organizacije "JUGOALAT"
NOVI SAD, Jugoslavija

Socijalističko samoupravno proizvodno preduzeće ima prednost nad kapitalističkim zato što se pri humanizaciji društvenih odnosa stvaraju uslovi za ostvarenje takve društvene produktivnosti rada koja treba da bude veća od kapitalističke produktivnosti rada.

1. UVOD

U okviru ove sveobuhvatne teme razmatraćemo samo neke zakonitosti koji vladaju proizvodnjom i razmenom materijalnih dobara i odnosa u kapitalističkom načinu proizvodnje s jedne strane i socijalističkom samoupravnom načinu proizvodnje. Kapitalistički način proizvodnje podrobno je do sada razjašnjen, a u ovom radu je bez rezerve prihvaćen Marksov naučni pristup proizvodnji i razmeni materijalnih sredstava u kapitalizmu.

"¹Upotrebnu vrednost, dakle ne treba nikada uzimati kao neposrednu svrhu kapitaliste. Isto tako ni pojedinačnu dobit, već samo neumorno kretanje dobijanja. Ovaj nagon za apsolutnim bogaćenjem, ovaj strasan lov na vrednost zajedničko je u kapitaliste i u zgrtača blaga, ali dok je zgrtač blaga samo lud kapitalista, dotle je kapitalista racionalni zgrtač blaga". Sve dok kretanje kapitala nema granice, ljudski razum kapitaliste nema humanosti. Oblik participacije radnika /suodlučivanje, privredne konferencije i druge/ u kapitalizmu je prividno samootudjenje kapitala, a u osnovi je reprodukovanje kapitala na višem nivou. Kapitalista se kristalizira u kapitalu i na taj način postojе bezličan.

1. Karl Marks, Dela 21 tom.
strana 142 "Prosveta"

Usled toga nastaje čisti najamni odnos proizvodnog radnika kao živog razumnog bića prema kapitalu kao stvari.

Očito je da se u kapitalističkom načinu proizvodnje nikada ne može ostvariti humanost u punom smislu te reči.

2. DRUŠTVENA SVOJINA U SOCIJALISTIČKOM SAMOUPRAVNOM DRUŠTVU.

Društvena svojina socijalističkog samoupravnog društva pretpostavlja da ni jedan društveni subjekt /individualna grupa, klasa, država/ nije vlasnik društvenih sredstava za proizvodnju.

U socijalističkoj samoupravnoj robnoj proizvodnji koja počiva na društvenoj i tehničkoj подели rada i robnom obliku proizvodnje, udruženi radnici u organizaciji udruženog rada /preduzeću/ imaju istinsku mogućnost da neposredno proizvodno koriste društvena sredstva za proizvodnju i da neposredno ostvare svoje proizvodne sposobnosti.

Udruženi rad posle realizacije proizvedenih roba neposredno prisvaja rezultat svoga i društvenog rada, dohodak.

Društveno ekonomska suština društvene svojine socijalističkog samoupravnog društva oslobadja radnika u njegovom radu, čini ga

gospodarom, sredstava i plodova njegovog rada i postoje uslov i izvor njegovog ličnog dohotka u skladu sa rezultatima rada.

"²Lična pozicija radnika određena je time što oni upravljaju svojim i ukupnim društvenim radom slobodno, neposredno i ravnopravno, ali u odnosima objektivno nametnute povezanosti i medjusobne zavisnosti, uzajamne demokratske odgovornosti i solidarnosti. Povezanost radnika je samoupravna i demokratska a ne spolja nametnuta. Radnik nije svojim radom i raspolaganjem sredstvima i plodovima toga rada izolovan od drugih, nego se nalazi u odnosima medjusobne zavisnosti i uzajamne odgovornosti prema jednakim pravima drugih radnika. Oblik društvene svojine u sistemu socijalističkog samoupravljanja je odnos prema samim radnicima, a ne odnos između radnika i države".

3. Mogući oblici organizovanja udruženog rada u socijalističkom samoupravnom društvu.

Prema Marksovim rečima, komunizam nije ideal, nije stanje koje treba uspostaviti, nego stvarno, teško, mukotrpno istorijsko kretanje, radjanje novoga u krilu staroga, uz sve porodajne muke protivrečnosti i zastranjivanja. Osnovu socijalističkog samoupravnog udruženog rada čine vlast radničke klase i svih radnih ljudi, društvena svojina sredstava za proizvodnju, pravo rada društvenim sredstvima koje stiče svaki radnik u udruženom radu, demokratsko, samoupravno odlučivanje o radu i društvenoj reprodukciji i zasnovanost skupština društveno političkih zajednica na sistemu samoupravne demokratske organizovanosti udruženog rada, koja obezbeđuje da se putem delegacija i delegata odlučuje o pitanjima koja se odnose na zajedničke interese. Povezivanjem celokupnog društvenog rada sredstvima u društvenoj reprodukciji u sistemu samoupravnog udruženog rada, radnici ostvaruju:

- Udruživanjem rada u osnovnoj organizaciji udruženog rada i udruživanjem rada i sredstava društvene reprodukcije u radnim organizacijama, složenim organizacijama udruženog rada,

2. Edvard Kardelj, Slobodni udruženi rad, str.13 "Radnička štampa"

poslovnim zajednicama i drugim oblicima udruživanja i poslovne saradnje, zasnovane na zajedničkim interesima radnika.

- Udruživanjem rada i sredstava i saradnjom organizacija udruženog rada koje se bave proizvodnjom i drugim delatnostima sa organizacijama udruženog rada koje se bave poslovima prometa robe i usluga.
- Udruživanjem novčanih sredstava društvene reprodukcije.
- Slobodnom razmenom rada koju ostvaruju neposredno u organizacijama udruženog rada ili preko interesnih zajednica.
- Razvojem samoupravnih odnosa u radu i sticanju i rasporedjivanju dohotka, upravljanja i privredjivanja tekućim i minulim radom. Osnovna organizacija udruženog rada je osnovni oblik udruženog rada u kome radnici neposredno i ravnopravno obavljaju privrednu ili drugu društvenu delatnost i radeći sredstvima u društvenoj svojini, ostvaruju svoja društveno-ekonomska i druga samoupravna prava, odlučuju o drugim pitanjima svog društveno ekonomskog položaja. Radnici u osnovnoj organizaciji stiču dohodak zavisno od proizvodnosti tekućeg rada i uspešnosti upravljanja i privredjivanja društvenim sredstvima, kao svojim i društvenim minulim radom u osnovnoj organizaciji i drugim oblicima udruživanja rada i sredstava, kao i od stalnog prilagodjavanja proizvodnje, uslovima tržišta, potrebama društva i odnosima koje radnici samoupravno uredjuju. Pod radnim odnosom radnika u udruženom radu podrazumevaju se medjusobni odnosi radnika u osnovnoj organizaciji, odnosno u radnoj zajednici, koje radnici u ostvarivanju prava rada društvenim sredstvima uspostavljaju u zajedničkom radu društvenim sredstvima i uredjuju samoupravnim opštim aktima kojima utvrđuju pojedinačna i zajednička prava, obaveze i odgovornosti u skladu sa Zakonom.

4. Proizvodni rad je osnova na kojoj se zasnivaju društveni odnosi u socijalističkom samoupravnom društvu.

U zajednici slobodnih proizvođača

rad svakog člana zajednice nije unapred neposredno društven. To znači da radni čas svakog pojedinca nije deo ukupnog radnog dana društva. Zbog toga se ne može reći da je ukupni društveni proizvod, sva proizvedena dobra delo svih udruženih proizvođača.

Nije sporno da je proizvodni rad u socijalističkom samoupravnom društvu onaj rad koji se opredmećuje u robama kao jedinstvo upotrebne i razmenske vrednosti, gde je proces rada samo sredstvo, za oplodjenje društvenog kapitala.

Sporno je kada se rad koji ima isključivo upotrebnu vrednost, i koji nema svojstvo varijabilnog društvenog kapitala uključuje u proizvodni rad. Apсурd nastaje kad se svemu tome doda nepotrebna potrošnja.

U zajednici slobodnih proizvođača gde se proces društvene reprodukcije obavlja na osnovu svesne i slobodne podele rada u skladu sa društvenim planovima, društveni proizvod je proizvod zajednice, delo svih učesnika u tom jedinstvenom procesu društvenog rada, te je potreban ali ne i dovoljan uslov za odredjenje proizvodnog rada.

Rad društvenih delatnosti u jugoslovenskoj teoriji i praksi može biti sastavni deo društveno proizvodnog rada, nužna potrošnja ili nepotrebna potrošnja.

Ovako dvojno definisanje društvenih delatnosti da mogu obavljati funkciju proizvodnje ili potrošnje u osnovi otežava rešenje protivurečnosti između društveno korisnog rada - proizvodnog rada i nepotrebnoг rada - nerada.

Rad svakog učesnika opredmećuje se u ukupnom društvenom proizvodu, prema tome i rad društvenih delatnosti: naučnika, umetnika, lekara, profesora i drugih zajedno sa radnicima materijalne proizvodnje. To još uvek ne znači da njihova ukupna potrošnja mora da udje u društvenu reprodukciju kao trošak proizvodnje, bilo da se radi o radnicima materijalne proizvodnje bilo o radnicima društvenih delatnosti.

³ Samo gradjanska ograničenost koja kapitalistički oblik proizvodnje smatra njenim apsolutnim oblikom i stoga za jedini prirodni oblik proizvodnje, može pitanje šta su sa

3. Karl Marks, "Socijazam" br.9/1976

stanovišta kapitala proizvodni rad i proizvodni radnik, pomešati s pitanjem šta je proizvodni rad uopšte i otuda zadovoljiti se tautološkim odgovorom da je proizvodni svaki rad kojim se uopšte proizvodi koji rezultira u nekom proizvodu ili bilo kojoj upotrebnoj vrednosti, uopšte u nekom rezultatu".

Dok su nosioci proizvodnog rada u kapitalističkim uslovima proizvodnje kapital ili kapitalista u socijalističkom samoupravnom društvu su društveni kapital ili udruženi rad.

Nosioci proizvodnog rada u oba slučaja vrše istu tehničku funkciju, dok im je sasvim različita funkcija u razvoju društvenih odnosa.

U socijalističkom samoupravnom društvu gospodar uslova, sredstava i plodova ukupnog procesa rada postaje ne pojedinačni radnik, nego sve više i više društveno kombinovana radna sposobnost udruženog rada-proizvodnog rada, na veoma različit način učestvuju u neposrednom stvaranju roba-proizvoda, jedan radi više rukom, drugi više glavom, sve više i više se funkcija radne sposobnosti uključuje u neposredni pojam proizvodnog rada, koja društveni kapital podređuje oplodjenju u procesu proizvodnje uopšte.

Proizvodni rad ili proizvodni radnik u socijalističkom samoupravnom društvu je onaj rad ili radnik čiji je proces rada jednak procesu proizvodne potrošnje radne sposobnosti - nosioca ovog rada - putem društvenog kapitala ili udruženog rada.

Posmatrali se ukupan proizvođač rad udruženog rada onda se njegova materijalna proizvodnja ostvaruje u nekom ukupnom proizvodu, koja je neka masa roba, pri čemu je svedjedno da li je funkcija pojedinog radnika, koji je samo jedan član ukupnog udruženog rada, dalje ili bliže od neposrednog manualnog rada.

Ali je onda delatnost ove ukupne radne sposobnosti njena neposredna proizvodna potrošnja koju vrši društveni kapital, tj. nastaje samooplodnja društvenog kapitala, neposredna proizvodnja viška vrednosti.

Proizvodni rad je onaj koji za radnika reprodukuje, određenu vrednost njegove radne sposobnosti i kao delatnost koja stvara višak vrednosti. Proizvodni rad u

socijalističkom samoupravnom društvu može se smatrati rad kojim radnik proizvodi najmanje onoliko vrednosti proizvoda /materijalnih dobara-roba razmenske vrednosti, ili optimalnu količinu usluga društvenih delatnosti/ kolika je proizvodna potrošnja radne sposobnosti.

Proizvodni rad obuhvata sve radne ljude koji su neophodni za optimalnu proizvodnju roba za tržište, pri tom uključujući sve do sada poznate profesije ljudskog rada koje oplemenjuju proizvodni rad u proizvodnju direktno ili posredstvom radnika ili stvaraju neophodne preduslove za obezbedjenje kontinuiteta robne proizvodnje u progresivnom toku kretanja. Nije dovoljno samo da su radovi neposredno, samoupravno, demokratski udruženi u društvenim razmerama i da postanu proces udruženog rada pa da samim tim postanu proizvodni rad, nego je još potreban uslov da svaki od tih radnika u udruženom radu u procesu rada ostvari takav proces rada koji mora biti jednak procesu proizvodne potrošnje, radne sposobnosti posredstvom društvenog kapitala ili udruženog rada.

Iz prethodnog razmatranja je vidljivo da se proizvodni rad odnosno proizvodni radnik ne poistovećuje sa proizvodnim radom odnosno proizvodnim radnikom u materijalnoj proizvodnji, niti se svi radnici društvenih delatnosti isključuju iz proizvodnog rada. Radnik u materijalnoj proizvodnji pojedinačno ili kao ukupno radnik-udruženi rad, ne može biti proizvodni radnik ukoliko svojim radom u procesu rada nije ostvario dohodak koji podmiruje njegovu ličnu i zajedničku potrošnju i optimalni doprinos opštoj društvenoj potrošnji. Još je Marks konstatovao da svaki najamni radnik nije proizvodni radnik, ali je zato svaki proizvodni radnik najamni radnik.

U socijalističkom samoupravnom društvu su sredstva za proizvodnju u rukama udruženih radnika, ukinut je najamni kapital odnos, nema razmene kapitala s jedne strane i radne snage i proizvodnje profita s druge strane. Proizvodni radnik u nas ne može biti najamni radnik kapital odnosa.

U kapitalističkom načinu proizvodnje nerad je briga kapitaliste ili je socijalna nevolja samog radnika. U socijalističkom društvu proizvodni rad nadoknadjuje troškove nerada, odnosno u nepovrat troši deo akumulacije.

Dok god proizvodni rad ima nepotrebne izdatke on će biti u relativno najamnom odnosu.

Proizvodni rad je u najamnom odnosu prema neradu u srazmeri kolika je lična, zajednička i opšta potrošnja nerada prema ličnoj, zajedničkoj i opštoj potrošnji proizvodnog rada. Sve dok postoji društvena potreba da roba ima upotrebnost i razmensku vrednost i dok pored proizvodnog rada egzistira nerad, proizvodni rad će biti u relativnom najamnom odnosu prema neradu.

5. Umesto zaključka

Ideal slobodnog proizvođača nije izgradnja nekog statičnog i savršenog društvenog sistema, nego je želja da socijalistički proizvodni odnosi u obliku samoupravljanja budu živ organizam, koji će neprekidno rasti na osnovu svojih sopstvenih protivrečnosti i sukoba u skladu sa razvitkom proizvodnih snaga.

Samoupravljanje je onaj oblik socijalističkih proizvodnih odnosa koji čini korak dalje u oslobadjanju rada i humanih odnosa medju ljudima, stvara uslove za najstimulativnije privredjivanje, brz porast proizvodnih snaga i porast produktivnosti rada. U kapitalističkim uslovima proizvodnje gde su sredstva za proizvodnju otudjena od radnika, intelektualne funkcije naučnog radnika i proizvođača u procesima u kojima je vezan njihov samostalni rad, odvojen je i otudjen od njih, ugrađen je u mašineriju, i kao stalni kapital "isisava" živi rad radnika u materijalnoj proizvodnji. "Zato je tendencija kapitala da proizvodnji dade naučni karakter, a da neposredni rad unizi do pukog momenta tog procesa".

Otuda je proces razotudjenja najamnog rada u socijalističkom samoupravnom društvu i proces oslobadjanja proizvodnog rada. Oslobadjanje nauke kao faze proizvodnog rada u socijalističkom samoupravnom društvu tek je na dobrom početku. Nauka se u nas oslobadja u meri u kojoj je uključena u proces proizvodnog rada, kao deo tog procesa.

U meri u kojoj se nauka institucionalizuje u toliko se ona otudjuje od proizvodnog rada u toliko je sve manje nauka. Jednom rečju nauku treba vratiti u mesto rođenja, a to je bez sumnje proizvodni rad.

To što se čedo odriče majke, nije čedo krivo nego maćeha.

PRISTOP K UPRAVLJANJU LJEVAONICE
POMOĆU RAČUNALA

JOŽE ŠEGEL
Železarna Ravne
62390 Ravne na Koroškem
Yugoslavia

Referat prikazuje mogućnost on-line open loop računarske primjene u ljevaonici i opisuje upotrebu i razvoj stohastičkih i determinističkih matematičkih modela kao hijerarhijsko upravljanje proizvodnje. Na maloj indukcijskoj peći u ljevaonici Železarne Ravne bili su uvedeni programi, za izračunavanje sastava uložka, informacijski sistem kemijskog laboratorija, izračunavanje dodatka legura, materijalno poslovanje i narudžbe materijala za uložak.
Referat daje iskustva i prve rezultate kod tih napora.

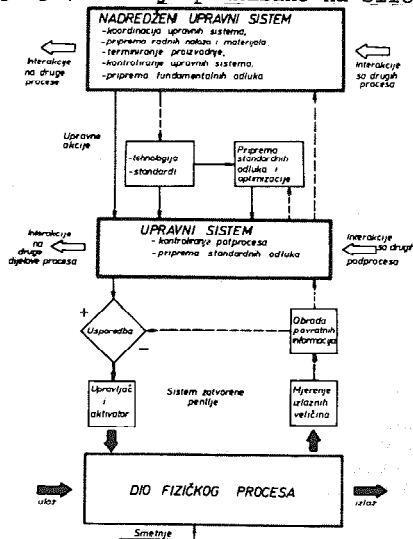
1. UVOD

Železarna Ravne daje, kod razvoja, veliki značaj upotrebi mini i mikro računala za upravljanje proizvodnih procesa. Postignuti su značajni ekonomski i kvalitetni efekti u čeličarni, gdje se računalo koristi u svim fazama izrade čelika. Slično se koristi već više godina u ljevaonici, računalo i programski paket "LIV101", koji ima uključenih više modela za optimalizaciju.

Cilj referata nije opisivanje tog programskog paketa, već demonstriranje rješavanja problema hijerarhijske podjele modela, mogućnosti koordinacije pri oblikovanju modela optimalizacije i pripreme nekih osnovnih odluka.

2. HIJERARHIJSKI PRISTUP KA MODELIRANJU INFORMACIJSKIH SISTEMA I MATEMATIČKIH MODELA ŠARŽNIH PROCESA LJEVAONICE

Ukupni prikaz ciljeva, funkcije i rezultata upravljanja procesa i potprocesa pri izradi šarže u ljevaonici, bit će osnovan na dvonivojnom upravljanju, kako je prikazano na slici 1.



Slika 1: HIJERARHIJSKI SISTEM UPRAVLJANJA PROCESA.

Ciljeve i funkcije upravljanja sistema dijelimo na područje:

- primanje povratnih informacija potprocesa i interakcije drugih dijelova procesa (zajedno s automatskim sakupljanjem podataka kontrole kvalitete).
- priprema standardnih odluka za primljene zadatke, pomoću poznavanja tehnologije i matematičkih modela optimalizacije.
- provedba akcija upravljanja

Sistem upravlja sam topioničar, kroz proces izrade šarže pomoću procesnog računala. Osnovne regulacijske petlje mogu se realizirati klasično ili pomoću računarske tehnike. Ukupan proces izrade šarže, dijeli se na potprocese, a svakom potprocesu definiše se pripadajući upravni sistem.

Model upotrebe računala na tom nivou je on-line open loop.

Kako imamo posla sa šaržnih procesa, model upravljanja potprocesa treba se prilagoditi rezultatu prethodnog dijela procesa i zbog toga nije potrebna koordinacija u smislu hijerarhije.

Nadreden upravni sistem uključuje funkcije operativnog vođenja i razvoj upravljanja procesa za postizavanje prave kvalitete proizvoda uz minimalizaciju proizvodnih troškova.

Tipične funkcije nadredenog upravljačkog sistema su:

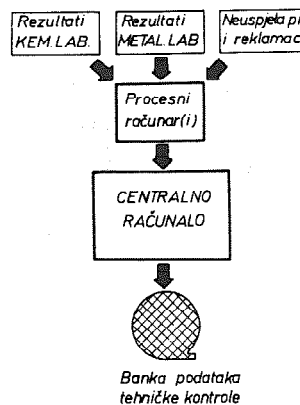
- kontinuirano praćenje i terminiranje proizvodnje, planiranje kapaciteta i ostali zadaci operativnog vođenja proizvodnje,
- praćenje, analiziranje neuspjele proizvodnje i reklamacija,
- priprema osnovnih odluka,
- koordinacija oblikovanja upravljačkih sistema za postizavanje prave kvalitete uz minimalne troškove.

Nadredeni sistem upravljaju tehnolozi, ostalo osoblje operativne pripreme rada i rukovodstvo pogona uz pomoć stručnih odjela.

3. UPOTREDA RAČUNALA KOD UPRAVLJANJA PROCESA

Kod upravljanja procesa obradivati ćemo samo on-line open-loop primjene, jer na ovom području još je teško realizirati close-loop modele.

Na slici 2 prikazano je primanje povratnih informacija potprocesa i interakcija drugih dijelova procesa, zajedno s automatskim sakupljanjem podataka kontrole kvalitete.



Slika 2. DOPUNJAVANJE BANKE PODATAKA TEHNIČKE KONTROLE.

Upravljanje funkcioniše pomoću procesnog računala, koji je povezan sa centralnim računalom tvornice, gdje se dopunjava banka podataka tehničke kontrole. Rezultati kemijskih analiza idu automatski u procesno računalo. Podaci iz metalurških laboratorija i podaci neuspjele proizvodnje, idu na računalo pomoću batch ili teleprocesing upotrebe računala. Pomoću linearnog programa i regresijskih jednačbi iskorištavanja legiranih elemenata i procesnog računala, topioničar proračunava:

- sastav uložka,
- prethodni dodatak: legura i
- konačnu korekciju kemijskog sastava litine.

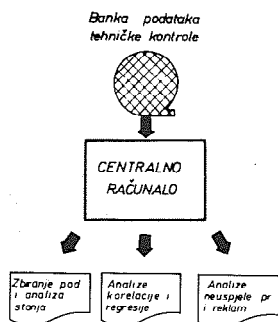
Pri tome upotrebljava i trenutna sastav litine, tehnološke propise, standarde i fizička ograničenja. Svaki proračun izvodi se u drugom dijelu procesa izrade šarže. Među njima nastupaju interakcije, koje treba, nadređeni upravljački sistem predvidjeti, pri oblikovanju pojedinih proračuna, tako, da se adaptira ju različitim stanjima procesa.

Proračuni predstavljaju pomoć kod pripreme standardnih odluka upravljanja potprocesa, a bazirani su na kombinaciji upotreba linearnog programiranja i dinamičnog prilagođivanja ograničenja pomoću regresijskih jednadžbi iskorištenja legura.

4. UPOTREBA RAČUNALA KOD NADREĐENOG UPRAVLJAČKOG SISTEMA

Funkcije nadređenog upravljačkog sistema su kompleksne, zato ćemo se ograničiti samo na:

- upotrebu banke podataka tehničke kontrole,
- koordinaciju oblikovanja upravljačkog sistema za postizavanje prave kvalitete uz minimalne troškove proizvodnje i
- priprema osnovnih odluka.



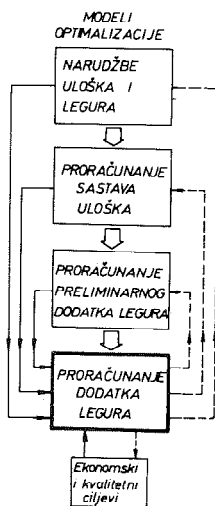
Slika 3: UPOTREBA BANKE PODATAKA TEHNIČKE KONTROLE ZA ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ

Slika 3 prikazuje upotrebu banke podataka tehničke kontrole. Ljevaonica je samo jedan od korisnika, jer se u banci podataka, sakupljaju i podaci ostalih pogona.

Upotreba je podijeljena na:

- sakupljanje podataka iz banke podataka i analiza stanja (tabeliranje podataka, analiza distribucije, crtanje kontrolnih karti),
- analizu korelacije i regresije za determiniranje korelacije, kod razvoja tehnologije i kvalitete i rješavanja neuspjele proizvodnje i
- analizu neuspjele proizvodnje i reklamacije.

Metode analize su poznate, a uspješne samo, ako su tačne, pravovremene i pogodno obrađene. Pogodna je upotreba grafičkog prikazivanja stanja, korelacije, problematike grešaka, proizvoda i sl.



Slika 4: UTJECAJ DRUGIH MODELA NA MODEL PRORACUNA DODATKA LEGURA SA POVRATNOM SPREGOM

Za ekonomski i kvalitetni efekt u potrebe računala u ljevaonici, značajna je pravilno oblikovanje upravljačkih sistema. U praksi se je potvrdilo, da je nužna koordinacija među modelima kao primjer, na slici 4., prikazan je utjecaj ostalih modela na model legiranja, tj. konačne korekcije kemijskog sastava. Postavljanje ekonomskih i kvalitetnih ciljeva konačnog kemijskog sastava proizvoda, predstavlja osnovnu odluku. Model narudžbe osnovnih uložnih materijala i legura, model proračuna sastava uložka i predlegiranja, imaju utjecaj na pripremu modela proračuna dodatka legura. Stvarno postignuti rezultati pri legiranju, povratno utječu na korekcije prethodnih modela. Upotreba modela proračuna uložka i/ili upotreba prethodnog dodatka legura, može biti tako kvalitetna, da se već u tim dijelovima procesa postizava ciljani kemijski sastav, pa otpada upotreba modela proračuna dodatka legura za zadnju korekciju.

Takaj primjer, prikazana je na slici 5, za koncentraciju molibdena nehrđajućeg čeličnog lijeva. Primjer istovremeno ilustrira usporedbu efekta upotrebe modela proračuna sastava uložka i implementacije novih suvremenih kvantometara.

PERIODA	CL 4574 PK 123SL				MOLIBDEN (%)										
	N	X̄	SG	KZG	190	200	210	220	230	240	250	260			
A 1977	1755	224	0.10	0.4	[Histogram showing distribution centered around 220-230%]										
B 1978	1801	225	0.08	0.5	[Histogram showing distribution centered around 220-230%]										
C 1979	546	227	0.11	1.3	[Histogram showing distribution centered around 220-230%]										
D 1980	214	230	0.07	0.5	[Histogram showing distribution centered around 230-240%]										

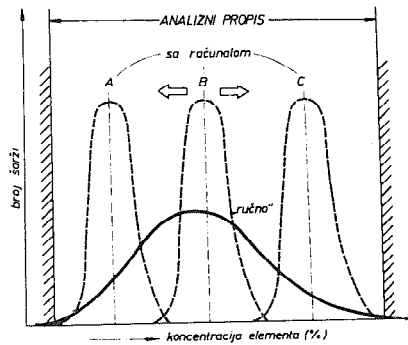
LEGENDA
 PERIODA A i B - Prije upotrebe novog kvantometra i procesnog računala
 C - Kod upotrebe novog kvantometra i bez upotrebe procesnog rač
 D - Kod upotrebe procesnog računala i novog kvantometra
 N - broj šarži
 X̄ - prosječna koncentracija elementa (%)
 SG - sigma standardna devijacija
 KZG - postotak promašenih šarži

Slika 5. USPOREDBA KONCENTRACIJE MOLIBDENA PO PERIODAMA KOD NEHRĐAJUĆEG ČELIČNOG LIJEVA ČL.4574 V MINI LJEVAONICI

Rezultati analize stanja za vremenske periode, kako je prikazano na slici 5., dobiju se relativno jednostavno i brzo iz centralnog računala, kako je prikazano na slici 3. Takve analize potrebne su, za kontrolu pojedinih modela optimalizacije i pokazuju, da li imamo u propisanom području

još rezerve za smanjenje troškova ili reguliranje ostalih svojstava proizvoda. Samo dosta uska distribucija konačnog kemijskog sastava proizvoda, koju postizavamo upotrebom matematičkih modela u računalu, omogućava kao što prikazuje slika 6:

- snižavanje troškova proizvodnje,
- snižavanje postotka promašenih šarži i/ili,
- reguliranje mehaničkih, metalografskih i drugih svojstava proizvoda.



Legenda
 Razlika za A, B, C cijene su
 A - ušteda troškova i / ili bolji kvalitet
 B - smanjenje promašenih šarži / ili bolji kvalitet
 C - u nekim slučajevima bolji kvalitet

Slika 6. SNIŽENJE I POMAK KONCENTRACIJE ELEMENATA KOD UPOTREBE RAČUNALA.

Promjena lokacije distribucije i prosječne koncentracije elemenata, bliže donjoj granici propisa, sigurno znači, ekvivalentnu uštedu pri dodavanju legiranih elemenata. Takva promjena lokacije distribucije može se realizirati samo u slučaju, ako nije u suprotnosti sa utjecajem za postizavanje pravih svojstava proizvoda.

5. ZAKLJUČAK

Prikazan je pokus hijerarhijskog obrađivanja postupka automatizacije šaržnih procesa u ljevaonici. U upravljački i nadređeni upravljački sistem uključeni su poznati matematički modeli linearnog programiranja i široka primjena matematičko statističkih analiza. U praksi su se efikasno

pokazali računarski modeli na nivou on-line open-loop. Istupa upotreba linearnog programiranja, kod kojeg se ograničenja dinamičko prilagadjaju se regresijskim jednadžbama.

Železarna Ravne je napravila programski paket za ljevaonice "LIV101", koji je u željezari već više godina u upotrebi i daje direktne rezultate na ekonomskom in kvalitetnom području.

REFERENCE:

1. Šegel J.:
Avtomatska obdelava podatkov tehnične kontrole in raziskav (COMPUTER DATA PROCESSING CONTROL AND RESEARCH). Železarni zbornik, Jesenice, 9, 1975 str. 35-43.
2. Šegel J.:
APPROACHES TO COMPUTER CONTROL IN MELTSHOP STEELMAKING, 3 RD INTERNATIONAL IRON AND STEEL CONGRESS, Chicago, 1978, USA.
3. Šegel J.:
Učinek uporabe procesnega računalnika v procesu legiranja jekla (EFFECT OF APPLICATION THE PROCESS COMPUTER CONTROL IN THE STEEL ALLOYING PROCESS). Železarski zbornik 13 (1979), str. 7-18.
4. Rodič J., Šegel J.:
APPLICATION OF A MELTSHOP PROCESS COMPUTER SYSTEM FOR QUALITY CONTROL FUNCTIONS.
6 TH INTERNATIONAL VACUUM CONFERENCE - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPECIAL MELTING, San Diego, California, USA, April 23-27, 1979 PROCEEDINGS P.796-819.
5. Šegel J., J. Bratina:
PRAKTISCHE ERFAHRUNGEN DER RECHNERANWENDUNG IN DER SCHMELZMETALLURGIE.
ETH - KOLLOQUIUM FUR MATERIALWISSENSCHAFTEN, Juni 1979, Zurich.
6. Šegel J., J. Bratina:
Erfahrungen bei Anwendung des Rechners im HUTTENWERK. TECHNICA, 13/1979.
7. Štimnikar J., J. Šegel:
Totalni komunikacijski in informacijski računalniški sistem na področju kemijske analitike (THE TOTAL COMMUNICATION AND INFORMATION COMPUTER SYSTEM IN CHEMICAL LABORATORY), DELTA INFORMATOR, Ljubljana, 1980 str. 4, leto 2.



PRIPREMA I PRISTUP POVEĆANJA STEPENA
AVTOMATIZACIJE PROIZVODNOG PROCESA

Adolf ŠOSTAR, Pavel ŠMARČAN, Andrej POLAJNAR,
Jože BALIČ, Nebojša GRBIČ, Peter LEŠ

Institut za strojništvo VTO S, Visoka tehniška šola Maribor
Univerza v Mariboru

Sadržaj članka razmatra predlog računarski upravljane organizacije i kontrole podataka za optimiranje proizvodnog procesa. Sistem daje mogućnosti upotrebe postojećih podataka u manje razvijenim proizvodnim organizacijama i predstavlja model za pristup racionalnije pripreme in kontrole proizvodnje. Sistemom upravlja centralni nadzorno upravljački programski sklop u procesnoj računarskoj jedinici. Sistem je sastavljen iz podsistema, koji sadrže baze podataka i povezani su preko inteligentnih terminala. Posebni interaktivni grafički kontrolni sistem i trokoordinatni merni sistem daju mogućnost tekuće verifikacije podataka.

Ekonomičnost i svrshodnu upotrebljivost sistema za izradu podataka z organizaciju i pripremu proizvodnje možemo u velikoj meri povećati, ako pojedina područja (podsisteme) za formiranje podataka (baze osnovnih podataka), kao što su:

- računarsko konstruiranje i design
- priprema i upravljanje proizvodnjom
- izrada planova izrade
- izrada primernih NC programa
- analiza i optimiranje troškova i tehnoloških vremena
- automatizacija mernih operacija
- optimiranje režima obrade i
- adaptivno optimiranje obrade

povežemo u jedinstveni integrirani sistem. S time je omogućena ponovna upotreba i izmenljivost podataka, unetih u računar.

Za potrebe manjih proizvodnih organizacija, čiji obradci i proizvodi su specifični i koje razpoložu sa određenim stepenom automatizirane proizvodnje, predlažemo poseban računarsko upravlan sistem za integriranu pripremu i kontrolu podataka za proizvodnju - CAPPD.

CAPPD razpolože sa mogućnošću izračuna, izpade i ispisa sledećih podataka:

- idejnih crteža i detaljnih obradaka
- oblici, dimenzije i mere obradaka
- skice alata, naprava i faze radnih operacija
- protokoli mernih operacija
- načrte izrade
- spisak alata, naprava, strojeva
- matični podaci i spisak materijala

za izabrane grupe obradaka (menü programi).

Sistem CAPPD je sistem s jedinstvenim konceptom baze podataka sa svojom grupom podsistema SCAPPD. Upravljanje sistemom CAPPD i njegovu kontrolu postižemo preko posebnog nadzorno-upravljačkog sklopa upravljanja baze podataka. Sistem je moguće upotrebiti za već postojeće baze podataka i ne zahteva dužeg razvojnog perioda.

Zbog svoje međusobne univerzalne povezanosti i upotrebljivosti podataka podsistemi se dopolnjujeju za organizaciju i kontrolu podataka.

CAPPD ima sledeće karakteristike:

- centralno skupljanje podataka
- centralnu upravljanje i kontrola podataka
- jednostavna međusobna povezanost podataka
- višenamenska upotrebljivost podataka za formiranje, organizaciju, upravljanje, optimiranje i kontrolu proizvodnih podataka
- jedinstven opis geometrije i tehnologije obradaka
- jednostavno prilagodavanje sistema potrebama proizvođača.

Slika 1. Predlog sistema za integriranu pripremu i kontrolu proizvodnih podataka

CAPPD objedinjava sledeće podsisteme
CAPPDS:

1. Računarsko konstruiranje (CADS)

Podsistem sačinjavaju sledeća radna područja i programske osnove za baze podataka:

- izrada idejnih crteža i detaljnih crteža obradaka po sistemu grupa (menü)
- crteži sklopova i sastava
- namenski jezik za opis geometrije obradaka uklađen je sa NC programskim jezikom za automatizirano merenje na trokoordinatnom mernom stroju
- programi za interaktivnu grafičku kontrolu oblika, mera i tolerancija
- programi za dimenzioniranje pomoću MKF (metoda FEM)
- razvoj i izrada hardware grafične opreme

2. Računarska priprema proizvodnje (CAMS)

Podsistem deluje u dva stepena. U prvom stepenu oblikuju se iz programskih modula baze podataka za pripremu proizvodnje

- ažuriranje i dokumentiranje baze matičnih podataka za materijale, poluproizvode, skladišta, stroškovna mesta i proizvodna mesta
- ažuriranje i dokumentiranje pojedinačnih i ukupnih tehnoloških postupaka obzirom

na čitav proizvodni proces odnosno pogled upotrebe materijala i obradaka, upotrebe alata i proizvodnih mesta

- kalkulacije, cene poluproizvoda i gotovih proizvoda
- praćenje narudžbi i ispis proizvodne dokumentacije po radnim nalogima
- zasedenost radnih mesta

U drugom stepenu formira se načrt izrade za izpis busene trake NC programa sa kompletnom tehnološkom osnovom za postprocesor.

3. NC programiranje (NCPS)

Analiza i problematika uvođenja NC proizvodnje:

- obrazovanje kadra
- izbor primernih NC programskih jezika
- verifikacija geometrije
- razvoj procesora
- razvoj postprocesora
- prikupljanje tehnoloških podataka
- uvođenje NC, CNC i DNC sistema
- priprema AC sistema

4. Metode optimiranja upotrebe NC strojeva u proizvodnji (NCOPS)

Sadržaj područja reda:

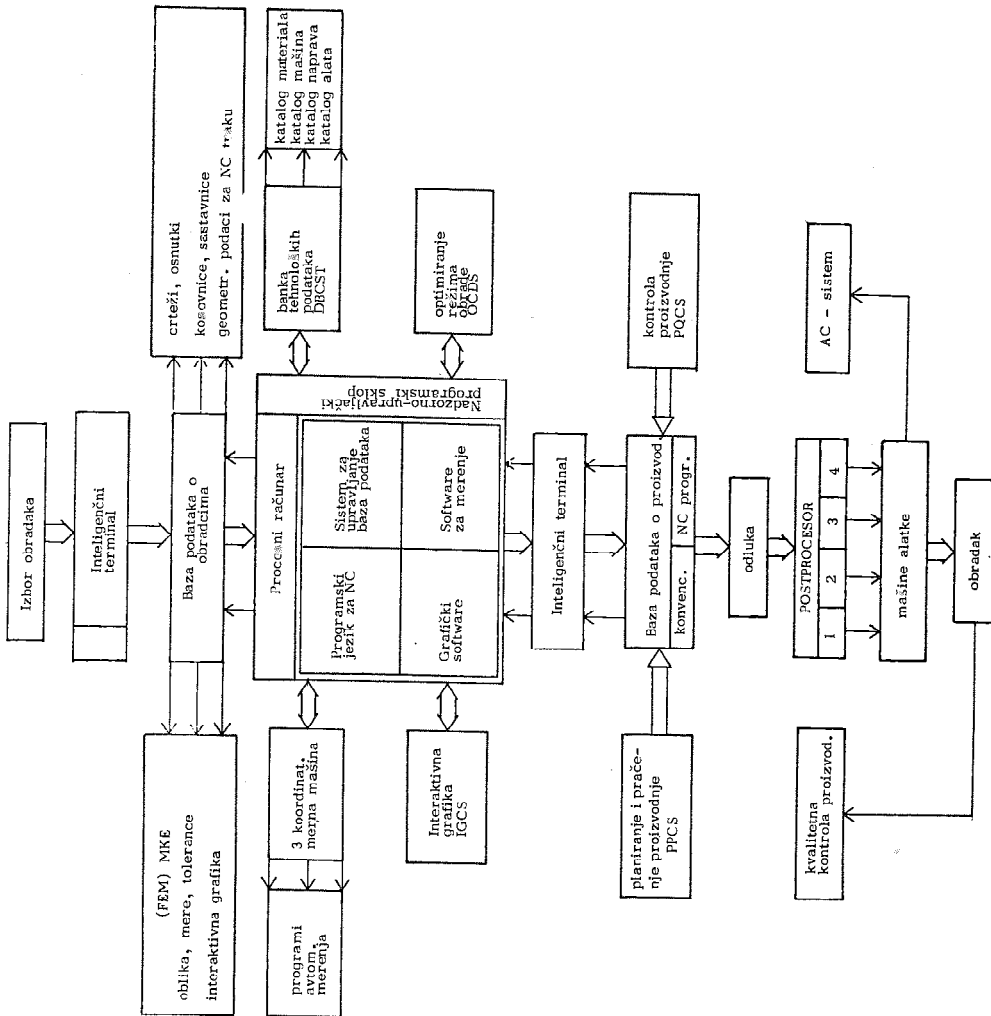
- specifični koncept studija vremena u NC tehnologiji,
- analiza organizacijskih, tehnoloških i drugih proizvodnih faktora, koji karakterišu NC proizvodnju
- analiza troškova i drugih uticajnih ekonomskih faktora.

To predstavlja osnovu za formiranje nove metode za vrednovanje upotrebljivosti NC tehnologije.

5. Optimiranje režima obrade (OCCS)

To područje razmatra:

- izrada jedinstvenih i aktualnih osnova za odrezavanje, karakteristike strojeva i alata,
- merila za efikasnost (proizvodnost),
- određivanje obradljivosti materijala,



- izbor optimalnog oblika alata i geometrije oštrice,
- uvođenje novih reznih materijala (domaćih)
- katalozi materijala, katalozi alata (reznih i steznih), katalozi strojeva.

6. Optimiranje raspodele prolaza (OCDS)

Sistem omogućava optimiranje raspodele prolaza, da se i stroj i rezni alat koriste u optimalnom području.

Osnovu za optimiranje čine karakteristike alata i karakteristike stroja, koje sistem automatski generira iz već unetih podataka.

Sledi određivanje optimalne dubine rezanja i optimalnog koraka (posmaka) pri konstantnoj brzini rezanja.

Čitav sistem koncipiran je tako, da omogućava prelaz na internu optimizaciju, gde merimo sile rezanja, a postojanost alata T (min) i snaga stroja P (kw) predstavljaju ograničenja.

7. Automatizacija mernih operacija na trokoordinatnom mernom stroju (PQCS)

Merni sistem može također služiti kao izvor za izradu i kontrolu geometrijskih podataka:

- programiranje automatiziranih mernih operacija
- unifikacija geometrijskih podataka
- mikroprocesorsko upravljanje i vrednotenje mernih operacija.

LITERATURA:

1. Weck M., Zenner K., Tüchelmann Y.; New Developments of Data Processing in Computer Controlled Manufacturing Systems - Prolomat '79 Michigan USA
2. Wiewelhove W.: Automatische Detaillierung zeichnungs- und Arbeitsplanerstellung für Varianten
Diss. TH Aachen 1976
3. Töshoff H. K., Meyer K. D
Computer Kalkulieren Kosten Anforderungen und Anwendung rechnerunterstützter Kalkulation für mittlere Betriebe
Betriebstechnik 1978

Jednostavnost i univerzalnost sistema CAPPD presvega je u jednostavnom dialogu između korisnika i računara te u centralnom nadzornom-upravljačkom sistemu, koji sa četiri programa upravlja čitavim sistemom baza podataka. Način formiranja baza podataka pojednostavljen je sistemom više izvora.

Povezanost podsistema izvedena je također preko interaktivne grafičke kontrole IGCS ili preko kontrolnog sistema tehnoloških podataka DBCTS. Time je definisan kontrolni sistem odlučivanja, kojeg dopunjuju odnosno sastavljaju:

- interaktivni sistem grafičke kontrole (IGCS)
- kontrolni sistem tehnoloških podataka (DBCST)
- sistem planiranja i praćenja kontrole (PPCS)
- sistem kvalitetne kontrole proizvodnje (PQCS).

Sistem CAPPD omogućava postepeno uključivanje i razvoj podataka, stoga je upotrebljiv i za organizaciju koje poseduju manje računarske sisteme.

Pre svega namenjen je kao metodološki faktor za prelaz na racionalniju pripremu proizvodnje i pruža mogućnost optimiranja efikasnosti proizvodnog procesa na osnovu formiranih baza podataka.

4. Vogel F.O. Technische Auftragsabwicklung unter Einsatz dialogfähiger Rechenanlagen
Diss TH Aachen 1976
5. Gossard D.: Design and Analysis of Computerized Manufacturing Systems
MIT 1978
6. Bilbrey M.L. Machining Parameter Optimization for Computer Managed Manufacturing MIT 1978
7. Martin J. Computer Data-Base Organization
Prentice Hall London 1977

8. Berztes T. A. Data Structures, theory and Practice
Academic Press New York 1975
9. Klinger A., Fu S. K., Kunii L. T.:
Data Structures, Computer Graphics
and Pattern Recognition
Academic Press New York 1977
10. Milačič V. et al: TOPICS - Integrated
Production-Manufacturing Information
Resources Control System
Beograd 1979
11. Seljak T.: Oblikovanje osnovnih informa-
tivnih sistemov in banke podatkov za
organizacijo in vodenje proizvodnje VTŠ
1980 Maribor SBK
12. Jezernik A., Kac M.: Kreiranje, razvoj
in sistematizacija proizvodov s pomočjo
računalniškega projektiranja
VTŠ 1980 Maribor
13. Šostar A.: Trokoordinatni merilni sis-
temi SBK 1980 Maribor
14. Polajnar A.: Oblikovanje optimalne ocene
vključevanja NC strojev v proizvodnjo
VTŠ Maribor 1980 SBK
15. Šmarčan P.: Računalniško podprto NC
programiranje
VTŠ Maribor 1980 SBK



TEHNOLOŠKO PREDVIĐANJE ELEMENATA RAZVOJA ALATNOG

STROJA

ŽELJKO ŠTIMAC

MARIJAN TOMIĆ

Organizacija ISTRAŽIVANJA I RAZVOJA

Prvomajska, Zagreb, Jugoslavija

Predlaže se pristup u Istraživanju i razvoju alatnog stroja, kojim bi se u najvećoj mjeri doprinjelo industrijskom razvoju zemlje. Izbjegavanjem razloga, koji su dosada uzrokovali zaostajanje u tehnološkom razvoju alatnog stroja, analizira se mogućnosti drugačijeg pristupa na proizvodnom sustavu tokarenja i glodanja. Rizike tehnološkog promašaja trebalo bi izbjeći kroz primjenu "Modele za tehnološko prognoziranje".

1. UVOD I CILJ

U nalaženju pristupa, koji će u procesu istraživanja i razvoja (I&R) alatnog stroja (AS), najvećim dijelom doprinjeti u industrijskom razvoju treba postaviti slijedeće tvrdnje:

- U razvoju alatnog stroja, u proteklom vremenskom razdoblju, proizvođač AS imitirao je i preslikavao postojeća rješenja iz svijeta razvijene tehnologije.
- Kod kopiranja već postojećih rješenja, preuzimali su se kompletni detalji datog rješenja, bez kritike na konstruktivnost, tehnološkičnost i proizvodnost.
- Preuzimanjem gotovih rješenja nisu provjeravane stvarne tehnološke potrebe našeg industrijskog okruženja (kao niti tržišne i sve ostale potrebe).
- Kopiranje rješenja AS iz svijeta razvijene tehnologije vrši se gotovo u svih proizvođača AS u SFRJ. Pri tome nema međusobne izmjene znanja i iskustava na već proizvodno usvojenim tipovima AS. Različiti proizvođači ulaze u proizvodnju istih tipova AS, samo se ulazak u proizvodnju vremenski razlikuje.
- Regije, koje imaju drugačiji pristup ulaze u proizvodnju AS putem kupnje licence ili transferom tehnologije.
- I konačno, funkcija I&R u pojedinim organizacijama je prisiljena na istraživanje konkurencije. Nema većih ulaganja u Razvoj, koja bi omogućila dugoročnije tehnološko istraživanje. A jedan integralni razvoj, koji bi ujedinio postojeće i potencijalne proizvođače AS, u jednoj većoj regiji, stvorio bi sigurno i sredstva za istraživanje.

Očigledno je da se u nas na istim grupama proizvoda sudaraju svi proizvođači AS (postojeći i potencijalni) Tako se stvara međusobna konkurencija, umjesto da se zauzimaju još slobodna područja, te da se dalje vrši specijalizacija na tehnologiji i u proizvodnji. Zbog navedenog pristupa ne obavlja se proizvodnja AS uz nužne ekonomske kriterije (veličina serije, broj promjena serije i slično), a kamoli izgradnja prateće podrške komponenta AS u sklopu cjelokupnog proizvodnog strojarstva.

Analizirajući dalje proteklo vremensko razdoblje industrijalizacije SFRJ, te razvoj tehnoloških potreba u odnosu na značajke i funkcije AS, shvatljivo je kako treba u budućnosti predložiti drugačiji pristup u I&R alatnog stroja. Što se tiče uloge proizvođača AS u SFRJ prema dosadašnjoj industrijskoj izgradnji zemlje, treba očekivati u razdoblju iza 1980.god. veće korištenje metodologije tehnološkog predviđanja.

U procesu I&R najveću promjenu trebaju doživjeti prve etape istraživanja. U trenutku kada se stvaraju informacije za oblikovanje ideje AS (bilo za usavršavanje postojećeg tipa ili za posve novi tip AS⁺) najveću pažnju treba posvetiti tehnološkom predviđanju elemenata razvoja AS.

2. REZULTATI

Ako se podje od tokarenja i glodanja kao proizvodnog sustava, može se ustanoviti kako se taj sustav nalazi u stalno promjenljivim zahtjevima tehnološkog razvoja. U tom smislu treba predvidjeti dinamiku promjena tehnoloških potreba. Jer ako samo slijedimo već poznata tehnološka rješenja razvijenog svijeta, taktikom slijedjenja povećava se razmak u tehnološkom zaostajanju u odnosu na razvijene zemlje (umjesto da se razmak smanjuje).

U postavljanju cilja istraživanja, potrebno je proizvodni sustav tokarenja i glodanja problemski analizirati. Analiza slijedi prema shematskom prikazu na slici 2. Promatrajući razvoj pojedinih sklopova (na sklopove smo podijelili naš sustav), te dalje razvoj podsklopova, uočljivo je, da se najveće razvojne promjene događaju na području upravljačkih koncepcija i elektroničkih podsklopova.

U analiziranoj situaciji proizvodnog sustava najveći problem predstavlja kako pogoditi cilj u strateškom prostoru za budućih 10-tak godina. (+) Može se pretpostaviti da će se opisana struktura AS (u ovom slučaju proizvodnog sustava) u narednom vremenu izmjeniti. Promjena će se očitovati, kako u kvantitativnom smislu, tako i u kvalitativnom smislu.

Postupci tokarenja i glodanja su osnovni sustavi u analizi, a to je logična posljedica razvoja proizvodjača AS zemlje u razvoju.

Strojevi za tokarenje i glodanje zauzimaju 70%-80% u ukupnoj strukturi proizvodnje što pokazuje stupanj s ko-

(+) Misli se na nove koncepcije, koje mogu zadovoljiti dugoročni tehnološki razvoj

(+) Ciklusi života određenih tehnoloških rješenja stalno se skraćuju /1^o/

jim je kroz 40-tak godina iskustva ovladana ova tehnologija proizvodnje (++)

U odredjivanju kvantitativnih i kvalitativnih pokazatelja prodiskutirati će se suženi izbor za upotrebu tehnika na području tehnološke prognostike. U prikazu na slici 3. dana je podjela prognostičkih tehnika u odnosu na :

- a) Intuitivne metode
- b) Ekstrapolacione metode
- c) Projektivne metode
- d) Rekurzivne metode

Na istoj slici prikazan je udio PROJEKCIJANJA (povijesnih veličina) prema udjelu PREDVIĐANJA (individualno i grupe eksperata). S druge strane, na horizontalnoj osi, vidljiv je udio INTUICIJE u radu prema učešću HEURISTIKE (ono što se inače naziva pronalazačkim pristupom).

Zbog bolje primjenljivosti pojedinih tehnika tehnološke prognostike predložiti će se odgovarajuća metodologija u radu. Korake u postupku dolazanja do cilja, morati će se korigirati odnosno proširivati ili sužavati, već prema tome u kojem dijelu procesa I&R se primjenjuje tehnika i metodologija tehnološkog predviđanja.

Prikaz procesa I&R alatnog stroja dan je slikom 4. Vidljivo je, kako pojedine etape navedenog procesa, traju vremenski različito. Jedan svrsishodan postupak I&R trebao bi biti završen s usvajanjem serijske proizvodnje novog proizvoda, a vremenski bi se odvijao unutar pet godina. Prema trajanju pojedinih etapa, gledano vremenski, može se odabrati vremenski horizont

(++) Presjek kroz proizvodni program Prvomajske i orijentacija na fleksibilne sisteme tokarenja i glodanja /2^o/ (neobjavljeni referat za simpozij Moskva 1981.god.)

prognostičke tehnike, (prikaz je dan za proizvod "X"). Na slici se ujedno vide životni ciklusi pojedinih proizvoda koji se međjusobno smjenjuju, odnosno proizvod "X" zamjenjuje proizvod "Y".

Točka provjere informacija, koje su dobivene kroz tehnološku prognostiku treba biti unutar 12 - 18 mjeseci tj. jednu do jedne i pol godine, inače riziko tehnološkog promašaja postaje preveliki. Provjeru aktualnosti ideja za stvaranje novog alatnog stroja treba izvršiti u odnosu na :

- 1.- unutarnje mogućnosti organizacije
- 2.- ulazne mogućnosti nabave sirovina, komponenata, energije i drugo
- 3.- vanjsko opredjeljenje društveno-ekonomskog sustava
- 4.- izlaznim plasmanskim strategijama, alternativama i politikom distribucije

Prethodno smo uglavnom naveli većinu misli, koje se nameću u ispravnom postavljanju "Modela tehnološkog predviđanja razvoja AS". Kako bi omogućili funkcioniranje tog modela treba postaviti spone za metodološko odvijanje. Pri tome nije važno da iscrpimo cjelokupni i vrlo široki izbor prognostičkih tehnika.

Na slici 5. prikazan je "Model tehnološkog predviđanja razvoja AS u kibernetičkoj vezi".

U postupku polazi se od razrade scenarija varijanata razvoja. Putem relevantnih veličina, tako odabrane varijante i veličine usmjeravaju se na dalje analize putem metoda :

MORFOLOŠKE MATRICE, ANALIZE PATEMNATA, ANALIZE LITERATURE, KONFERENCIJE IDEJA (tzv. Brainstorming), METODE SINEKTIČKIH SJEDNICA.

Navedeni put treba stalno kritički provjeravati, kako već prema postojećim rješenjima, tako i na mogućnost prateće industrije komponentata i drugo.

(Ovakovi podaci trebali bi biti na odredjeni način pohranjeni)

3. ZAKLJUČNE PREPORUKE

Za razliku od poznatih pristupa; analiza patenata i -literature, ovdje težimo naći slobodno područje.

(Slobodan prostor omogućio bi razvitak proizvođača AS, koji odgovara njegovom mjestu i ulozi unutar zemlje u razvoju).

Konačan sud o predviđenom rješenju, koje proizlazi na osnovu ovakvog pristupa, treba donijeti uz tehniku GAP - analize. Putem GAP - analize provjeravaju se želje i stvarne mogućnosti korisnika da prihvati rješenja, koja su u prvom trenutku ispred njegovih sagledivih potreba.

Rezimirajući napisane teze u ovome referatu, može se kazati slijedeće: teško je u ovome momentu pretendirati da se iz ovako škrto i po opsegu kratko nabačenog prikaza oblikuje konačan zaključak.

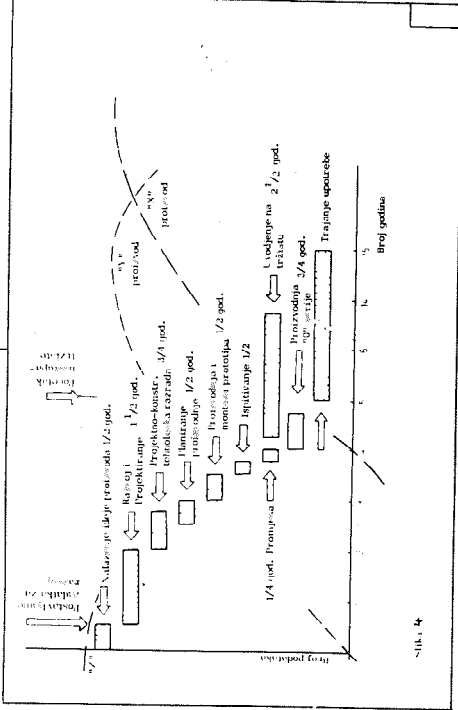
Primjenjujući predloženi pristup tehnološkog predviđanja razvoja AS, može se očekivati doslijednije usmjerenje svih mogućih snaga od istraživanja i razvoja do proizvodnje alatnog stroja, i to na točno istražene ciljeve (bolje je reći tehnološki predviđene).

Odabrani ciljevi, kako se vidi iz ovoga članka, provjeravaju se uvijek u višedimenzionalnom prostoru našeg društveno - ekonomsko - i tehnološkog razvoja.

Literatura:

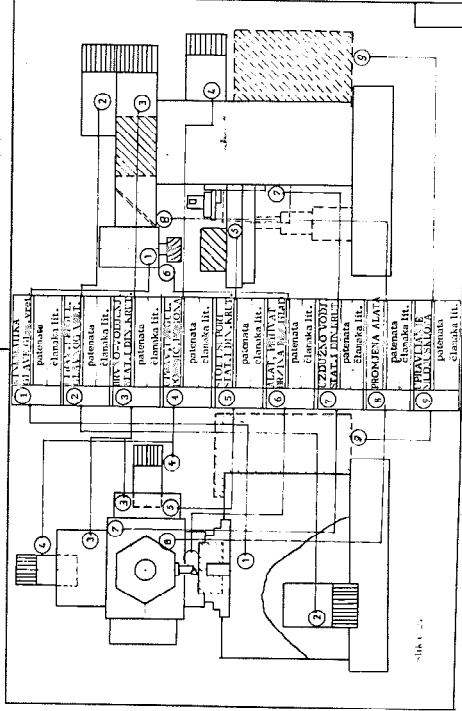
- 1^o Milčić, B; "Machine - Tool Development and its Planning in Future" Annals of the CIRP Vol. 27.I/1978 str. 2.
- 2^o Štimac, Ž; "Tehničko-tehnološke mogućnosti proizvodnje tvornice alatnih strojeva Prvomajske - Jugoslavija" i njenog proizvodnog programa. st. 1-10, Simpozij Moskva, 1981.
- 3^o Tomić, M; "Tehnološko prognoziranje u planiranju i razvoju alatnog stroja." Magisterska radnja, Sveučilište u Zagrebu, 1978, str. 32-34,
- 4^o Radošević, D; "Kibernetički model organizacije istraživanja u industrijskom poduzeću" Disertacija - Sveučilište u Zagrebu, 1972.
- 5^o Lončar, Ž, Pečar, B, Tomić, M; "Metodologija prognoziranja tehnološkog razvoja kao osnovica za planiranje dugoročnog razvoja alatnog stroja. VII Kongres JUMA, Zadar 1980. str. 229.

PRVOMAJSKA - Istraživanje i razvoj proizvodnje - Zegreb



Slu. 4

PRVOMAJSKA - Istraživanje i razvoj proizvodnje - Zegreb



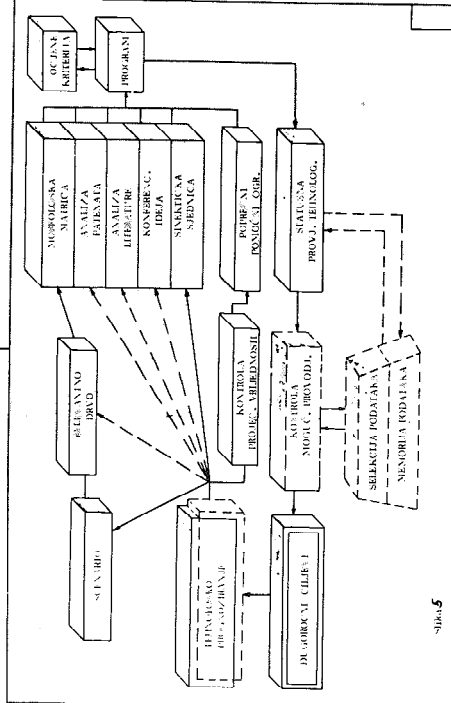
Slu. 5

PRVOMAJSKA - Istraživanje i razvoj proizvodnje - Zegreb

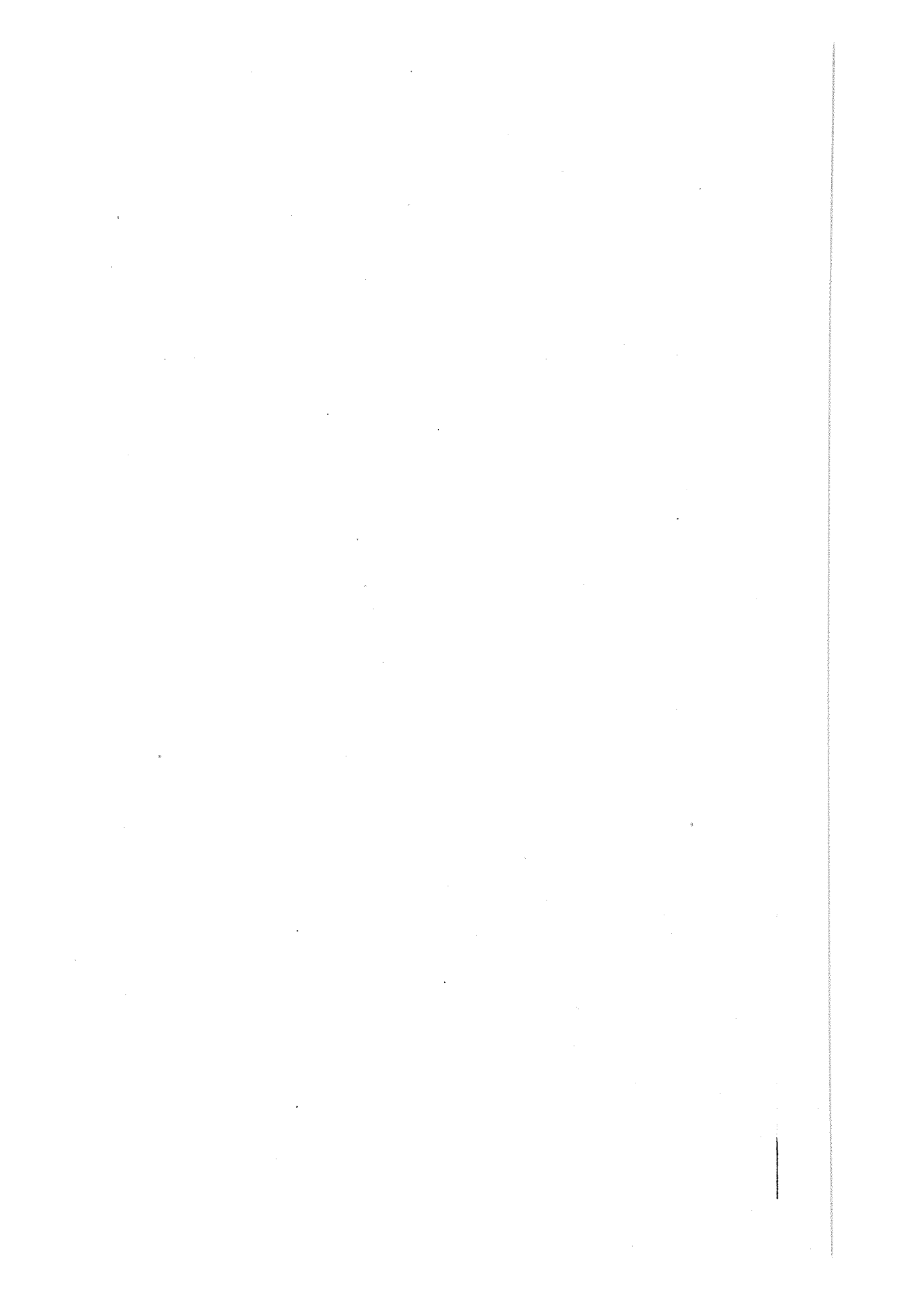
	A - INTUITIVNE METODE	B - EKSPLOATIVNE METODE
PERIODIČNA	<ul style="list-style-type: none"> - BRAINSTORMING - METODA DELFI - SCIENCE FICTION - SCIENCE CREATION - UTOPIČNI OPISI - SFENIČKA SJEKAVICA - METODA 635 	<ul style="list-style-type: none"> - EKSTRAPOL. VREMEN. NIZOVA I TRENDOVA - CONTEXTUAL MAPPING - MORFOLOGIJSKA METODA - METODA SCENARIJA - HISTORIJSKA ANALOGIJA - STRUKTURNE ANALIZE - POVRŠNE ANALIZE - SUPRUTIC. ANALIZE
PROJEKCIJSKA	<ul style="list-style-type: none"> - INERCIJSKE ANALIZE - NADLEŽNI OBLIČEVANJA - NADLEŽNA REKONSTRUKCIJA - METODA NEKONVENC. PLANIR. - PROJEKCIJSKA OPŠIRNOST - GEORGIJA BARA 	<ul style="list-style-type: none"> - UPRAVLJACI INFORM. AC. SISTEMI - SISTEMI ZA RANO RAZAZNAVANJE - PATTERN - PORTAL
INTUICIJE		

DINAMIČKA PRAKTIČNA METODOLOGIJA RADA

PRVOMAJSKA - Istraživanje i razvoj proizvodnje - Zegreb



Slu. 5



UNIVERZALNI ITERATIVNI MODEL ODREĐJIVANJA
OPTIMALNIH REŽIMA REZANJA

VELIMIR TODIĆ, DRAGAN BANJAC, BOGDAN SOVILJ

Institut za proizvodno mašinstvo
Fakultet tehničkih nauka
Univerzitet u Novom Sadu, Jugoslavija

U radu se iznose osnovni rezultati istraživanja modela spoljašnje i unutrašnje optimizacije obradnih procesa. Posebno se prikazuje iterativni postupak određivanja režima obrade.

Na bazi poznatih funkcija obradljivosti ili zadatih diskretnih vrednosti postojanosti alata, za više osnovnih procesa obrade rezanjem izlažu se odgovarajući matematički modeli procesa, funkcije cilja, strategije optimizacije i iterativni model određivanja optimalnih režima obrade primenom računara.

1. UVOD

U fazi projektovanja tehnoloških procesa potrebno je iz niza varijanti mogućih rešenja izabrati najpovoljniju u pogledu redosleda i karakteristika obrada u okviru tehnološkog, odnosno obradnog procesa. Pri tome, projektovanje i razvoj tehnoloških procesa treba da obezbede visok nivo njihovih kvaliteta. Ovi ciljevi se mogu postići neprekidnim istraživanjem tokova tehnoloških procesa kao i primenom savremenih metoda tehnološke pripreme proizvodnje koje će obezbediti istovremenu tehnoeкономsku optimizaciju i optimalno upravljanje procesima.

Optimizacija tehnoloških, odnosno obradnih procesa, bazira na pouzdanim zavisnostima, koje definišu tok procesa u zavisnosti od njegovih pojedinih parametara i analizi tehnoeкономskih funkcija kvaliteta procesa. Pri tome je cilj da projektovana varijanta tehnološkog, odnosno obradnog procesa, obezbedi ekstremne vrednosti kriterijalnih funkcija, tj. maksimalne tehnoeкономske efekte procesa.

Takvi efekti se mogu postići primenom odgovarajućih modela optimizacije obradnih procesa, spoljašnje i unutrašnje, posebno uz primenu sistema programa za njihovu realizaciju na računaru i korišćenjem izgrađene tehnološke banke podataka.

Uzimajući u obzir navedeno, u Institutu za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu poslednjih godina vršena su opsežna istraživanja metoda tehnoeкономske optimizacije tehnoloških procesa i izgrađen univerzalni iterativni model optimiza-

cije sa širokim mogućnostima aplikacija i primene.

2. KONCEPCIJA RAZVOJA ITERATIVNOG MODELA OPTIMIZACIJE

Da bi se izvršila optimizacija tehnološkog, odnosno obradnog procesa, potrebno je na bazi merodavnih kriterijuma optimizacije izvršiti unutrašnju optimizaciju pojedinih procesa, kao delova tehnološkog procesa. Ako se na osnovu optimalnih režima obrade za svaki posmatrani obradni proces obezbede granične vrednosti kriterijalnih funkcija, time se omogućuje izbor optimalne varijante obradnog, odnosno tehnološkog procesa [2].

Unutrašnja optimizacija posmatranog obradnog procesa, pre svega, omogućuje da se u odgovarajućem radnom režimskom prostoru, koji je određen tehničkim ograničenjima procesa, odrede tačke optimalnih režima obrade u kojima su postignute granične vrednosti usvojenih kriterijalnih funkcija.

Da bi se odredili optimalni režimi obrade bilo je potrebno razviti odgovarajuće modele unutrašnje optimizacije. Pri tome se težilo da se razvije takav model optimizacije koji će se moći koristiti za sve vrste obradnih procesa, bilo korišćenjem ili bez korišćenja računara.

Polazeći od strukture matematičkog modela optimizacije obradnih procesa [9] za razvoj iterativnog modela unutrašnje optimizacije bilo je potrebno definisati funkcije stanja procesa, funkcije ograničenja i kriterijalne funkcije [1,2,3,4,7,10,11,12].

2.1 Funkcije stanja

Ove funkcije opisuju stanje i ponašanje procesa u toku njegovog odvijanja. Kao osnovne funkcije stanja su postojanost alata, temperature rezanja, kvantitet obradjene površine i druge. Jedna od najvažnijih funkcija stanja, svakako je, funkcija postojanosti alata. Ova funkcija može biti izražena u zavisnosti od jednog, dva ili svih parametara režima obrade posmatranog procesa, sl. 1. Isto tako, postojanost alata može biti data i kao diskretna vrednost. Iterativni model omogućuje određivanje optimalnih režima obrade kako za slučaj kada je postojanost alata data kao funkcionalna zavisnost, tako i za slučaj kada je postojanost alata kao diskretna vrednost, što će biti kasnije objašnjeno.

2.2 Funkcije ograničenja

Za korišćenje iterativnog modela unutrašnje optimizacije obradnih procesa funkcije ograničenja je pogodno grupisati po parametrima režima obrade posmatranog procesa [12].

2.2.1 Ograničenja za dubinu rezanja

Dubina rezanja, kao tehnološki parametar režima obrade za bilo koji obradni proces, određena je kao skup konačnih realnih brojeva koji su dobijeni odnosom dodatka za obradu (Δ) i usvojenog broja prolaza (i), odnosno:

$$\delta_i = \frac{\Delta}{i}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Pri tome, svaka dubina rezanja iz skupa (Δ/i) mora zadovoljiti odgovarajuća ograničenja, kao što su ograničenja dodatkom za obradu (Δ), dužinom reznog sečiva ($h \cdot \sin \kappa$), sl.1, i druga.

	STRUGANJE	GLODANJE	BRUŠENJE	OVAJALNO GLODANJE	KONCENTRISANA OBRADA
MODEL OBRADNOG PROCESA					
OSNOVNE FUNKCIJE STANJA ALATA	$T^m \cdot v \cdot s^2 \cdot d^k$ ii. DISKRETNA VREDNOST	$T^m \cdot v \cdot s^2 \cdot d^k \cdot \rho^p$ ii. DISKRETNA VREDNOST	$T^m \cdot v \cdot s^2 \cdot d^k \cdot \rho^p$ ii. DISKRETNA VREDNOST	$T^m \cdot v \cdot s^2 \cdot d^k \cdot \rho^p$ ii. DISKRETNA VREDNOST	$T^m \cdot v \cdot s^2 \cdot d^k \cdot \rho^p$ ii. DISKRETNA VREDNOST
OSNOVNE FUNKCIJE STANJA OBRADNE	$\delta_i = (\Delta/i)$ $\delta_i \geq \min(a, h \cdot \sin \kappa)$	$\delta_i = (\Delta/i)$ $\delta_i \geq \min(a, h \cdot \sin \kappa)$	$\delta_i = (\Delta/i)$ $\delta_i \geq \Delta$	$\delta_i = (\Delta/i)$ $\delta_i \geq \Delta$	$\delta_i = \text{const}$
OSNOVNE FUNKCIJE OBRADNE	$(S_{\min} \leq S \leq S_{\max})_{\text{const}}$	$(S_{\min} \leq S \leq S_{\max})_{\text{const}}$	$(S_{\min} \leq S \leq S_{\max})_{\text{const}}$	$(S_{\min} \leq S \leq S_{\max})_{\text{const}}$	$(S_{\min} \leq S \leq S_{\max})_{\text{const}}$
OSNOVNE FUNKCIJE OBRADNE	$v \geq \max(v_{\min}, f \cdot D \cdot \text{min})$ $v \leq \min(v_{\max}, f \cdot D \cdot \text{max})$	$v \geq \max(v_{\min}, f \cdot D \cdot \text{min})$ $v \leq \min(v_{\max}, f \cdot D \cdot \text{max})$	$v \geq \max(v_{\min}, f \cdot D \cdot \text{min})$ $v \leq \min(v_{\max}, f \cdot D \cdot \text{max})$	$v \geq \max(v_{\min}, f \cdot D \cdot \text{min})$ $v \leq \min(v_{\max}, f \cdot D \cdot \text{max})$	$v \geq \max(v_{\min}, f \cdot D \cdot \text{min})$ $v \leq \min(v_{\max}, f \cdot D \cdot \text{max})$
OSNOVNE FUNKCIJE OBRADNE	$G(v, s, d) \leq \text{MIN}(K_1, C_2, C_4)$	$G(v, s, d) \leq \text{MIN}(K_1, K_2, K_4)$	$G(v, s, d) \leq \text{MIN}(R_1, R_2, R_m)$	$G(v, s, d) \leq \text{MIN}(R_1, R_2, P_1)$	$G(v, s, d) \leq \text{MIN}(Q_1, Q_2, Q_p)$
OSNOVNE FUNKCIJE OBRADNE					
OSNOVNE FUNKCIJE OBRADNE	$t_K = t_g + \sum_{i=1}^n t_i \cdot \frac{t_{g_i}}{t_i} + \frac{\Delta}{v} \cdot t_{p1} + t_p + t_d - \frac{t_{p2}}{2}$				
OSNOVNE FUNKCIJE OBRADNE	$U_0 = K_1 \cdot (t_g + \frac{\Delta}{v} \cdot t_{p1} + t_d + \frac{t_{p2}}{2}) + \frac{C_{10} \cdot \beta}{F \cdot \rho \cdot 1000} \cdot t_K + \sum_{i=1}^n (K_i \cdot t_i + \frac{C_{2i}}{v_{i0}} \cdot K_{0i} \cdot t_{0i}) \cdot \frac{t_{g_i}}{t_i} + \sum_{i=1}^m b_i \cdot t_K$				
OSNOVNE FUNKCIJE OBRADNE	MINIMIZACIJA VREMENA I TROŠKOVA OBRADNE				
OSNOVNE FUNKCIJE OBRADNE	ITERIRANJE DUBINE REZANJA				
OSNOVNE FUNKCIJE OBRADNE	OPTIMALNA BRZINA REZANJA I POMAK				
OSNOVNE FUNKCIJE OBRADNE	$(v_0, s_0) = \text{const}$	$(v_0, s_0) = \text{const}$	$(v_0, s_0) = \text{const}$	$(v_0, s_0) = \text{const}$	(n_0, s_{m0})
OSNOVNE FUNKCIJE OBRADNE	OPTIMALNI REŽIMI OBRADNE				

Sl.1. Iterativni model određivanja optimalnih režima obrade

2.2.2 Ograničenja za pomak

U ovu grupu svrstana su odgovarajuća ograničenja za pomak s obzirom na granične pomake na mašini, kao i ograničenja za pomak koja zavise od dubine rezanja. Kod procesa obrade na strugu ovu drugu grupu ograničenja za pomak čine: otpornost drške noža na savijanje, dozvoljeni ugib obradka, zahtevani kvalitet obradjene površine, dozvoljeno opterećenje mehanizma za pomoćno kretanje, vitkost strugotine i drugo [1,12].

Ograničenja za pomak po zubu pri obradi glodanjem takodje se mogu svrstati u dve grupe [4].

U prvu grupu ograničenja za pomak svrstani su granični pomaci mašine, dok drugu grupu čine ograničenja koja zavise od dubine rezanja kao naprimer: zahtevani kvalitet obrade, dozvoljeni ugib vretena mašine, dozvoljeno opterećenje mehanizma za pomoćno kretanje i drugo.

Kod procesa obrade brušenjem, naprimer, ograničenje za aksijalni pomak određuje širina tocila i dozvoljena dubina brušenja po jednom reznom zrnu. Pomenuta ograničenja za pomak kod pojedinih obradnih procesa mogu se izračunati prema već dobro poznatim izrazima u literaturi, što je dato i u [1,7].

2.2.3 Ograničenja za brzinu rezanja

Ograničenja za brzinu rezanja za bilo koji obradni proces čine odgovarajući granični brojevi obrta glavnog vretena mašine kao i dijapazon brzina rezanja u kojem je istražena funkcija postojanosti alata, ili pak oblast brzina rezanja u kojoj se očekuje pretpostavljena vrednost postojanosti alata [8]. Kod koncentrisane obrade na strugu ograničenja za brzinu rezanja treba odrediti na osnovu uticaja svih alata.

2.2.4 Ograničenja oblika G(v,s,δ)

U ovu grupu svrstana su ona ograničenja koja zavise od svih parametara režima obrade pojedinih obradnih procesa. Tu spadaju: raspoloživa snaga mašine, dozvoljena temperatura rezanja, zahtevani kvalitet obradjene površine, dozvoljeni obrtni moment i drugo. Kod procesa obrade brušenjem u ovu grupu ograničenja još spadaju: dozvoljeni srednji otpor rezanja i dozvoljeni srednji presek strugotine [3]. Izrazi za pomenuta ograničenja kod pojedinih obradnih procesa, takodje su dobro poznati u literaturi, a njihov pregled dat je u [1,7].

2.3 Kriterijalne funkcije

Vreme i troškovi obrade, ekvivalentni proizvodnosti i ekonomičnosti, usvojeni su kao kriterijumi optimizacije. Ako se u izrazu za vreme obrade jednim alatom

$$t_k = t_g + t_a + \frac{\Delta}{\delta} t_{p1} + t_p + t_d + \frac{T}{z} \quad (2)$$

uvrsti izraz za vreme zamene i regulisanje alata

$$t_a = t_1 \frac{t_g}{T} \quad (3)$$

dobiće se opšti izraz za vreme obrade koji je dat na sl.1 i koji se može koristiti za bilo koji obradni proces, uvrštavanjem odgovarajućih izraza za glavno vreme obrade (t_g) i postojanost (T), bilo da je postojanost data u obliku funkcije ili kao diskretna vrednost.

Pri korišćenju izraza za t_k i U_0 za određivanje optimalnih režima obrade kod koncentrisane obrade na strugu potrebno je uzeti u obzir ukupno vreme za zamenu i regulisanje alata (3), vodeći računa o primenjenoj varijanti zamene alata.

Kod ove varijante obrade pogodno je brzine rezanja pojedinih alata u izrazima za postojanost, troškove i vreme obrade izraziti preko broja obrta obradka [9].

Isto tako, na osnovu izraza za troškove obrade [1]:

$$U_0 = R_1 + M_1 + A_1 + B_1 \quad (4)$$

na sl.1 dat je opšti izraz za troškove obrade koji se može koristiti za bilo koji obradni proces, gde su: R_1 - troškovi ličnih dohodaka poslužioca mašine i stručnog radnika, M_1 -troškovi amortizacije mašine, A_1 -troškovi alata, B_1 -dodatni troškovi obrade, K_1 -bruto lični dohodak poslužioca i stručnog radnika u jedinici vremena, C_M -cena mašine, p -amortizaciona stopa, n -stepen iskorišćenja vremenskog kapaciteta, t_1 -vreme zamene i regulisanja alata po sečivu, C_A -cena alata, i_A -brnoj oštrenja, K_0 -bruto cena oštrenja, t_0 -vreme oštrenja, t_{p1} -vreme povratnog hoda alata, t_p -pomoćno vreme, t_d -dodatno vreme, T_{pZ} -pripremnovavršno vreme serije, Z -vel.serije, b_1 -minutni dodatni troškovi obrade kao što su: održavanje mašine, pogonska energija, zauzetost površina, osvetljenje, grejanje, tehnička priprema proizvodnje, specijalni pribor i drugo.

2.4 Minimiziranje vremena i troškova obrade iterativnim postupkom

Iterativni postupak za određivanje optimalnih režima obrade na bazi minimizacije vremena ili troškova obrade biće prikazan uopšteno, kako bi se na osnovu ovog objašnjenja mogao koristiti za bilo koji obradni proces [10,12]. Pri tome će se izložiti iterativni postupak minimiziranja funkcija vremena i troškova obrade za dva slučaja; prvi kada je u pomenutim funkcijama postojanost alata data u obliku funkcije, kao na sl.1, i drugi kada je postojanost odgovarajućeg alata data kao diskretna vrednost. U oba slučaja u izrazima za vreme i troškove obrade, kao kriterijalnim funkcijama (F_c), treba uvrstiti odgovarajuće izraze za glavno vreme obrade (t_k) posmatranog obradnog procesa u funkciji režima obrade.

Na osnovu utvrđenih ograničenja za pomak, dubinu i brzinu rezanja, odnosno definisanog režimskog prostora za prvi slučaj se za posmatranu dubinu rezanja $\delta = \text{const}$ iz skupa (Δ/i) u prvoj iteraciji usvaja da je $s_1 = s_{\text{max}}$, a odgovarajuća optimalna brzina rezanja određuje iz uslova $\partial F_c / \partial v = 0$, te se za ove vrednosti režima obrade odredi odgovarajuća vrednost kriterijalne funkcije (F_c). U drugoj iteraciji usvaja se prvi manji raspoloživi pomak (s_2), određuje optimalna brzina rezanja iz uslova $\partial F_c / \partial v = 0$, razume se pri istoj dubini rezanja [5,12]. Za ove režime obrade odredi se nova vrednost F_c . Postupak iteriranja pomaka se nastavlja sve dok se ne zadovolji uslov

$$F_{ci} > F_{ci-1} < F_{ci-2} \quad (5)$$

Pri tome se za dobijene režimske tačke u svim iteracijama moraju proveravati ograničenja oblika $G(v, s, \delta)$, a u slučaju prekoračenja režimi se moraju korigovati.

Ponavljanjem izloženog postupka za sve stvarne vrednosti dubina rezanja iz skupa (Δ/i) koje zadovoljavaju i odgovarajuća ograničenja dubine rezanja, naprimer kao na sl.1, odrediće se svi optimalni režimi obrade na osnovu najmanje vrednosti kriterijalne funkcije (F_c).

U drugom slučaju dobija se linearni oblik funkcija (t_k) i (U_0), što omogućava njihovu minimizaciju simplexnim postupkom [6], a isto tako, ove funkcije je moguće vrlo efikasno minimizirati primenom iterativnog postupka. Naime, za ovaj slučaj vreme i troškovi obrade mogu se predstaviti u obliku:

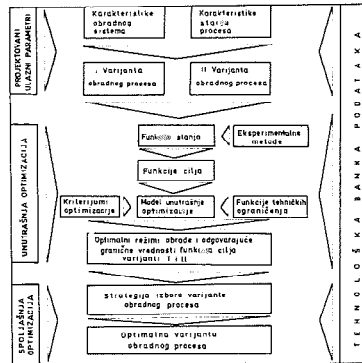
$$t_k = \frac{C_1}{v \cdot s \cdot \delta} + C_2 \quad (6)$$

$$U_0 = \frac{C_3}{v \cdot s \cdot \delta} + C_4 \quad (7)$$

gde su: C_1, C_2, C_3, C_4 -konstante.

Očigledno je da se funkcije (6) i (7) mogu minimizirati tako što će se za svaku zadatu kombinaciju režima obrade, koja zadovoljava definisana ograničenja, odrediti vrednosti kriterijalnih funkcija. Optimalne režime obrade određuju najmanje moguće vrednosti funkcija (6) i (7). Razvijeni iterativni model unutrašnje optimizacije obradnih procesa uz posedovanje neophodne baze tehnoloških podataka čini osnovu za izbor optimalne varijante obradnog procesa od dve ili više mogućih, čime i opravdava vrlo značajnu ulogu u strukturi tehnoekonomske optimizacije tehnoloških procesa, sl. 2.

Za izgradjeni iterativni model unutrašnje optimizacije razvijen je sistem računarskih programa za rednu i koncentrisanu obradu na strugu, za procese obrade glodanjem, i brušenjem. Oblik i strukturu izlaza optimizacije prikazuje sl. 3, za primer minimizacije troškova pri rednoj obradi na strugu.



Sl.2. Struktura tehnoekonomske optimizacije tehnoloških procesa

Optimalna dubina rezanja određena je optimalnim brojem prolaza (z), a optimalna brzina rezanja i pomak vrednostima (v) i (s). Na izlazu se, takodje, daju granične vrednosti pomaka (s_{min}) i (s_{max}) za svaku dubinu rezanja, pa i optimalnu, i ograničenje koje je odredilo najveću vrednost pomaka, naprimer "GR3", sl.3, koje predstavlja ograničenje zahtevanim kvalitetom obradjene površine. Funkcije $FT(v, s, z)$, i $T(v, s, z)$ predstavljaju

vrednost vremena obrade i postojanost alata pri minimalnim troškovima.

Z	V	S	U11	S10A	S111	FT(v,s,z)	T(v,s,z)
1	.13495E 03	.32494E 00	.3353E 03	.32494E 00	.15700E 00	.46190E 00	.16855E 02
2.	.19461 03	.30000E 00	.51157E 03	.30000E 00	.10900E 00	.34333E 00	.16850E 02
3.	.22000E 03	.20000E 00	.82440E 03	.20000E 00	.10900E 00	.17447E 01	.13342E 02
4.	.32000E 03	.15000E 00	.12319E 04	.15000E 00	.10900E 00	.23214C 01	.23975E 02
5.	.22000E 03	.12000E 00	.17427E 04	.12000E 00	.10900E 00	.43902E 01	.36307E 02
6.	.22000E 03	.10000E 00	.23576E 01	.10000E 00	.10920E 00	.51690E 01	.46274E 02
7.	.22000E 03	.35711E 01	.30760E 04	.35714E 01	.10900E 00	.32401E 01	.56317E 02
8.	.22000E 03	.75000E 01	.38012E 04	.75000E 01	.10900E 00	.10509E 02	.57867E 02
9.	.22000E 03	.66667E 01	.48304E 04	.66667E 01	.10900E 00	.13277E 02	.79383E 02
10.	.22000E 03	.60000E 01	.58650E 04	.60000E 01	.10900E 00	.16243E 02	.81335E 02

OPTIMALNO RESENJE							
Z	V	S	U11	GR	S10A	S111	FT(v,s,z)
1.	.13495E 03	.32494E 00	.33998E 03	3	.32494E 00	.15900E 00	.45100E 00

Sl.3. Izlazni rezultati optimizacije

3. ZAKLJUČCI

Iterativni model optimizacije pokazao se univerzalnim kako u pogledu mogućnosti primene na različite obradne procese, tako i u pogledu mogućnosti određivanja optimalnih režima pri gruboj i završnoj obradi. Isto tako, ovaj model optimizacije omogućava uključivanje svih oblika funkcija tehničkih ograničenja razvrstanih po odgovarajućim grupama, kao i određivanje optimalnih režima obrade na bazi linearnih i nelinearnih kriterijalnih funkcija.

Razvijeni model unutrašnje optimizacije predstavlja osnovu za izbor optimalne varijante obradnog, odnosno tehnološkog procesa.

Sistemi računarskih programa uz banku tehnoloških podataka predstavljaju sigurnu podlogu za automatizovano projektovanje tehnoloških procesa.

4. LITERATURA

- Banjac, D., Todić, V., Sovilj, B., Rodić, M., i drugi, 1980, Tehnoekonomska optimizacija elemenata tehnologije mašinske obrade, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad,
- Banjac, D., Todić, V., 1977, Izbor i primena merodavnih funkcija tehnoloških procesa, Prv naučno-stručni skup "Projektovanje proizvodnih sistema-PPS '77", Novi Sad,
- Banjac, D., Todić, V., Buač, H., 1980, Osnove izgradnje banke podataka za unutrašnju optimizaciju obradnih procesa, Šesta JUPITER konferencija, Cavtat,

- Banjac, D., Zeljković, M., Todić, V., 1979, Primena iterativnog postupka za određivanje režima rezanja pri obradi glodanjem, Peta JUPITER konferencija, Miločer.
- Dipiereux, W.R., 1969, Ermittlung optimaler Schnittbedingungen, insbesondere im Hinblick auf die wirtschaftliche Nutzung gegeschteueter Werkzeugemaschinen, Dissertation TH Aachen,
- Goranskij, G.K., 1963, Rasčet režimov rezanja pri pomoći elektronovičislitelnih mašin, Minsk, Gosudarstvenoe izdatelstvo BSSR,
- Jacobs, J.H., 1977, Spannungsoptimierung, Berlin, Veb Berlag Technik
- Opitz, H., 1971, Moderne Produktions technik, Stand und Tendenzen, Essen, Verlag W.Girardet.
- Stanić, J., Todić, V., Banjac, D., 1979, Unutrašnja optimizacija procesa paralelne obrade na strugu, II naučno-stručni skup MMA '79, Novi Sad,
- Stanić, J., Solaja, V., 1978, On an Adaptive Optimization Model of Manufacturing Processes, Annal of the CIRP,
- Sovilj, B., Banjac, D., Vasić, S., 1980, Uticaj rezne geometrije odvalnog glodala na funkciju postojanosti pri ozubljenju cil ndričnih zupčanika, XIV Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Čačak.
- Todić, V., Banjac, D., Malbaški, D., 1977, Primena iterativne metode za određivanje optimalnih parametara režima obrade na strugu, III JUPITER konferencija, Cavtat.



OPTIMIZACIJA POUZDANOSTI ALOCIRANIH METODOM "EFTES"

J. Todorović
G. Ivanović
Mašinski fakultet, Beograd

Pri projektovanju mašinskih sistema sa stanovišta pouzdanosti potrebno je da se "zadati" nivo pouzdanosti za sistem razdeli ili alocira na sve podsisteme i sastavne elemente. Postoje dva moguća prilaza alokaciji: sa stanovišta postavljanih tehničkih zahteva, tj. odgovarajućih mehaničkih svojstava sastavnih elemenata i sa stanovišta troškova, tj. cene elemenata. Za svaki od ovih pristupa može da se koristi više matematičkih modela, odnosno više metoda alokacije. Postoji, međutim, i mogućnost da se oba ova prilaza povežu, tj. da se koriste dobre osobine i jednog i drugog. U radu je prikazana jedna ovakva mogućnost, koja daje povoljne rezultate. Alokacija se u ovom slučaju vrši u dve faze. U prvoj fazi se metodom EFTES, koja je posebno prikladna za mašinske sisteme, vrši alokacija pouzdanosti na sve podsisteme, a zatim se u drugoj fazi metodom dinamičkog programiranja optimiziraju alocirane pouzdanosti za sve podsisteme, odnosno elemente, koji imaju manji stepen značaja za funkciju sistema. Primer se odnosi na motorna vozila.

1. UVOD

Problem alokacije pouzdanosti je složen iz više razloga, medju kojima su različite uloge pojedinih podsistema i elemenata u izvršavanju opšte funkcije sistema, različiti uticaji otkaza pojedinih podsistema ili elemenata na rad sistema, nejednak odnos vremena rada pojedinih podsistema i vremena rada sistema, različiti efekti uloženi napora ili uloženi sredstava za razvoj pojedinih podsistema u odnosu na funkciju cilja sistema, itd. Metodama alokacije je očigledno nemoguće obuhvatiti sve ove bitne uticajne činioce, te se mora ići na određena uprošćenja i pojednostavljenja.

Postoji više metoda alokacije zasnovanih na principu uvažavanja tehničkih zahteva, odnosno odgovarajućih tehničkih osobina sastavnih podsistema i elemenata (3). Najveći broj ovih modela je razvijen za elektronske sisteme i njihova neposredna primena za sisteme u mašinstvu često stvara određene teškoće. EFTES model (1,2) umanjuje ove teškoće u određenom stepenu i zbog toga je njegovo korišćenje za mašinske sisteme znatno povoljnije. Ovo se posebno odnosi na motorna vozila, kao relativno specifične mašinske sisteme.

EFTES model je razvijen uz uvodjenje pretpostavki koje se koriste i kod drugih sličnih modela alokacije. Usvojeno je, naime, da su intenziteti otkaza svih elemenata konstantni i da medju elementima postoje samo redne ili elementarne paralelne veze. Na taj način, alokacija zadate pouzdanosti može da

da se izvrši posmatrajući samo odgovarajuće intenzitete otkaza.

Alocirani intenzitet otkaza za i -ti pod-sistem dobija se metodom EFTES u obliku

$$\lambda_i^* = \lambda_s \frac{1}{E_i} K_i / \sum_{i=1}^n \frac{1}{E_i} K_i$$

gde je:

λ_s = zadati intenzitet otkaza za celo vozilo, odnosno sistem

K_i = odnos intenziteta otkaza i -tog podsistema prema intenzitetu otkaza "najslabijeg" podsistema (λ_r),

E_i = faktor značajnosti i -tog podsistema

Treba da se napomene da su pomenuti odnosi intenziteta otkaza definisani ne uzimajući u obzir odgovarajuće faktore značajnosti, odnosno

$$K_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_r}$$

Uzimajući u obzir i faktor značajnosti i -tog podsistema traženi intenzitet otkaza ima oblik

$$\lambda_i = \frac{1}{E_i} \lambda_i^* = \frac{1}{E_i} K_i \lambda_r$$

što daje koeficijent alokacije u sledećem obliku:

$$\lambda_i = \frac{1}{E_i} K_i \lambda_r / \sum_{i=1}^n \frac{1}{E_i} K_i \lambda_r$$

Prema tome, alocirani intenzitet otkaza za

i-ti podsistem određen je izrazom:

$$\lambda_i^* = \omega_i \lambda_s = \frac{1}{E_i} K_i \lambda_r \Big/ \sum_{i=1}^n K_i \lambda_r = \lambda_s \frac{1}{E_i} K_i \Big/ \sum_{i=1}^n K_i \frac{1}{E_i}$$

Alociranje ovako dobijene pouzdanosti podsistema na sastavne elemente podsistema vrši se na isti način. Na primer, alocirani intenzitet otkaza za j-ti element u i-tom podsistemu dobija se iz relacije:

$$\lambda_{ij}^* = \lambda_i^* \frac{1}{E_{ij}} K_{ij} \Big/ \sum_{i=1}^n \frac{1}{E_{ij}} K_{ij}$$

gde je:

λ_i^* = alocirani intenzitet otkaza za i-ti podsistem

K_{ij} = odnos intenziteta otkaza j-tog elementa i-tog podsistema prema intenzitetu otkaza "najslabijeg" elementa u ovom podsistemu,

E_{ij} = faktor značajnosti j-tog elementa.

Na taj način, da bi se alokacija izvršila uz pomoć modela EFTES neophodno je da se procene odnosi intenziteta otkaza svakog podsistema prema "najslabijem" podsistemu. Pored toga potrebno je i da se usvoje vrednosti faktora značajnosti za svaki podsistem, uzimajući u obzir uticaj tog podsistema na performance, tj. funkciju cilja vozila (sistema), mogući uticaj verovatnih otkaza, odnos vremena rada podsistema i sistema i druge činioce sličnog karaktera. Svi ovi parametri imaju, očigledno, karakter tehničkih veličina. To znači da se i alokacija na ovaj način zasniva samo na tehničkim parametrima.

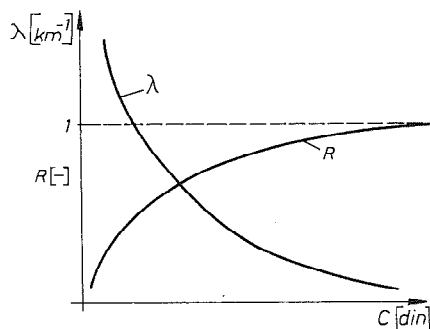
Drugu grupu metoda alokacije predstavljaju modeli koji su zasnovani na optimizaciji troškova. U ovom slučaju alokacija se vrši tako da se ostvari najekonomičnija konstrukcija, tj. najjeftinija konstrukcija za zadati nivo pouzdanosti. Tehnički parametri se pri tome zanemaruju i to ponekad može da izazove značajne teškoće. To se posebno odnosi na tehničke zahteve koji definišu sigurnost rada, kao što je problematika bezbednosti vozila u saobraćaju. Iz ovih razloga, optimizacija troškova kao kriterijum alokacija treba da se primenjuje sa posebnom pažnjom. Ovo je detaljnije objašnjeno u sledećem odeljku.

2. ANALIZA ALOCIRANIH INTENZITETA OTKAZA

Intenziteti otkaza alocirani metodom EFTES (ili pomoću sličnih modela) dovode do određenog nivoa potrebnih materijalnih ulaganja, tj. do određene cene sistema. Drugim rečima, razvoj jednog vozila koje je definisano tako da se ostvare zadati, odnosno ulaganje određenih finansijskih sredstava. Ne zna se, međutim, da li je ovaj nivo napora i nivo odgovarajućih troškova zaista neopho-

dan, tj. da li se nekim drugim načinom alokacije zadate pouzdanosti može ostvariti i jeftinija konstrukcija. To zavisi od mnogo činilaca, medju kojima najveći značaj imaju tzv. "funkcije napora" za svaki podsistem, tj. za svaki sastavni element. Funkcija napora u ovom smislu može da se definiše kao "količina" napora, ili količina potrebnih sredstava koju treba uložiti da bi se ostvario određen nivo intenziteta otkaza za pojedine podsisteme ili sastavne elemente. (sl. 1).

Ako su poznate sve odgovarajuće funkcije napora, dakle za sve podsisteme i elemente, alokacija se može izvršiti tako da se ostvare minimalni troškovi, tj. najmanji nivo potrebnih ulaganja (3). Ranije je objašnjeno, međutim, da u određenim slučajevima neke bitne tehničke parametre ne treba zanemarivati, tj. da ih treba uzeti u obzir pri sprovođenju alokacije. To govori da optimizaciju troškova treba u načelu vršiti samo za one podsisteme i elemente koji nemaju posebni značaj sa stanovišta funkcije cilja sistema, odnosno za koje se ne utvrđuju posebni tehnički zahtevi. Posmatrajući proces alokacije preko modela EFTES to praktično znači da optimizaciju troškova treba vršiti samo za one podsisteme i elemente koji nemaju maksimalne vrednosti faktora značajnosti.



Analiza alociranih intenziteta otkaza tako da se ostvare minimalni troškovi može da se obavi uz pomoć dinamičkog programiranja (3). Uslov za ovo je, kako je istaknuto, poznavanje odgovarajućih funkcija napora, tj. mogućnost kvantitativnog izražavanja odnosa troškova i intenziteta otkaza za svaki podsistem i element.

Funkcije napora mogu da se izraze u različitim oblicima (3,4). Ako se napor definiše kao cena, tj. potrebno finansijsko ulaganje da bi se ostvario određen nivo intenziteta otkaza elementa, funkcija napora može da se prikaže u obliku (3).

$$C(t_m) = c \cdot t_m^a$$

gde je:

C = troškovi potrebni da bi se izradio

odredjeni element tako da se ostvari srednji vek t_m tj. intenzitet otkaza $\lambda = 1/t_m$

t_m = srednji vek posmatranog elementa, tj. srednje vreme rada do pojave otkaza
 c, a = konstante.

Koristeći poznate relacije

$$t_m = 1/\lambda \text{ i } R = \exp(-\lambda \cdot t)$$

funkcija troškova može da se napiše u obliku:

$$C(t_m) = C(R) = c \cdot t^a (-\ln R)^{-a}$$

gde je:

t = vreme rada

Optimizacija alociranih pouzdanosti može na osnovu ovoga da se izvrši pomoću optimizacionog modela definisanog na sledeći način

$$\min \sum_{i=1}^n C_i(R_i)$$

uz uslov da se mora zadovoljiti

$$\prod_{i=1}^n R_i > R_S$$

gde je

$C_i(R_i)$ = troškovi potrebni da se ostvari pouzdanost R_i

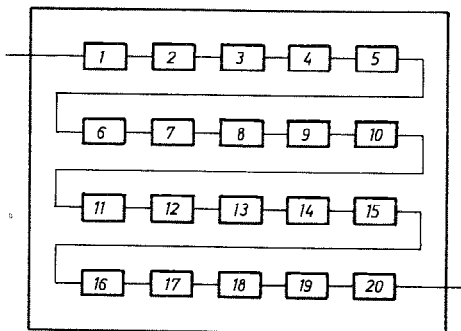
R_i = alocirana pouzdanost i-tog podsistema

R_S = zadata pouzdanost sistema (funkcija cilja)

3. PRIMER VOZILA

Objašnjen postupak alokacije pomoću metoda EFTES i optimizacije troškova pomoću metoda dinamičkog programiranja prikazaće se na primeru jednog vozila. Pretpostaviće se da je zadato da pouzdanost vozila posle 40.000 km treba da bude $R_S = 0,7$ i da se vozilo može da identifikuje sa 20 podsistema, kako je to prikazano na sl. 2. Isto tako, pretpostaviće se da je vozilo o kome je reč slično jednom vozilu koje je dobro poznato i za koje postoji dovoljno podataka o pouzdanosti iz eksploatacije. To znači da se podaci o pouzdanosti ovog starog vozila mogu da koriste kao orijentacija i za novo vozilo koje se projektuje.

Opis svih usvojenih podsistema dat je u tabeli 1. U istoj tabeli su navedene i procenjene vrednosti za svaki podsistem. Vidi se da je kao "najslabiji" podsistem usvojena električna oprema vozila, za koju su u eksploataciji dobijeni najveći intenziteti otkaza. Najveće vrednosti faktora značajnosti, međutim, dodeljene su u više slučajeva. Najveći broj ovih podsistema radi uvek kada i vozilo radi, tj. odnos vremena rada je ravan jedinici. Ima, međutim i podsistema koji rade manje, ali imaju posebni značaj za ukupnu funkciju cilja sistema, odnosno vozila. I za ovakve podsisteme faktor značajnosti ima najvišu vrednost (kočni sistem).



Slika 2.

Obavljajući alokaciju prema datom izrazu za metod EFTES dobijene su alocirani intenziteti otkaza kako je to dato u koloni 5 Tabele 1. Poredjenja radi izvršeni su proračuni i za povećane nivoe pouzdanosti, tj. za $R_i = 0,8$ (kolona 6) i za $R_i = 0,9$ (kolona 7). Iz ovih podataka se vidi da je uticaj nivoe zadate pouzdanosti veoma značajan. Povećanje tražene pouzdanosti od 0,7 na 0,9 zahteva višestruko snižavanje intenziteta otkaza, a time svakako i znatno veća ulaganja.

Da bi se ovako definisani zahtevi sa stanovišta pouzdanosti analizirali u odnosu na potrebne troškove razvoja budućeg vozila, odnosno nivo potrebnih ulaganja, metodama dinamičkog programiranja izvršice se optimizacija alociranih pouzdanosti za sve podsisteme kod kojih je faktor značajnosti manji od 1. Iz Tabele 1 se vidi da se ovo odnosi na podsisteme pod red. brojevima 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 18, 19 i 20. Za ostale podsisteme kao posebno značajne za funkcionisanje celog sistema, odnosno za vozilo, zadržavaju se intenziteti otkaza alocirani metodom EFTES.

Postupak optimizacije će se u cilju uštede prostora objasniti posmatrajući samo dva podsistema: električnu opremu motora (podsistem br. 2) i zglobni prenosnik (podsistem br. 10). Alocirani intenziteti otkaza primenom metode EFTES za ove podsisteme imaju vrednosti

$$\lambda_2 = 0,276 \cdot 10^{-6} \text{ (km}^{-1}\text{) odnosno } R_2 = 0,989$$

$$\lambda_{10} = 0,054 \cdot 10^{-6} \text{ (km}^{-1}\text{) odnosno } R_{10} = 0,9978$$

Za oba podsistema zajedno dobijeno je, dakle,

$$\lambda_{2,10} = \lambda_2 + \lambda_{10} = 0,33 \cdot 10^{-6}$$

$$R_{2,10} = \exp(-\lambda_{2,10} \cdot t) = 0,9869 = 0,987$$

Zadatak optimizacija može da se definiše na sledeći način: Potrebno je da se zadati nivo pouzdanosti za oba podsistema ($R_{2,10}$) podeli na ova dva podsistema tako da se ostvari najmanja cena, odnosno najniži troškovi izrade.

1	PODSISTEM	$K_j = \frac{\lambda_j}{\lambda_T}$	E_j	$\lambda_j^{**} 10^{-6}/\text{km}^{-1}/$		
				$R_S = 0,7$ $\lambda_S = 8,92$	$R_S = 0,8$ $\lambda_S = 5,58$	$R_S = 0,9$ $\lambda_S = 2,63$
2	3	4	5	6	7	
1.	MOTOR	0,25	1	0,285	0,179	0,084
2.	ELEKTRIČNA INSTALACIJA MOTORA	0,17	0,7	0,276	0,173	0,082
3.	DOVOD GORIVA	0,08	1	0,089	0,056	0,026
4.	HLADJENJE MOTORA	0,06	1	0,071	0,045	0,021
5.	SPOJNICA	0,05	0,9	0,062	0,039	0,018
6.	MENJAČ	0,07	0,6	0,133	0,083	0,039
7.	RAZVODNIK POGONA	0,03	0,8	0,045	0,028	0,013
8.	PREDNJI POG.MOST	0,08	0,6	0,152	0,095	0,045
9.	ZADNJI POG.MOST	0,04	0,9	0,054	0,033	0,016
10.	ZGLOBNI PRENOSNIK	0,04	0,9	0,054	0,033	0,016
11.	TOČKOVI	0,01	1	0,012	0,007	0,003
12.	OKVIR	0,004	0,9	0,004	0,003	0,001
13.	UPRAVLJAČ	0,01	1	0,012	0,0072	0,003
14.	OSLANJANJE	0,08	0,8	0,116	0,072	0,034
15.	KOČNI SISTEM	0,01	1	0,011	0,007	0,003
16.	OPREMA	0,10	0,1	1,142	0,714	0,337
17.	INSTRUMENTI I OSVETLJENJE	1,00	0,6	1,900	1,188	0,560
18.	KABINA	0,20	0,4	0,571	0,357	0,168
19.	SANDUK	0,5	0,2	2,828	1,769	0,834
20.	OSTALO	0,10	0,1	1,142	0,714	0,337

Pretpostaviće se da funkcije napora, odnosno troškova imaju oblik:

$$C_2 = c_2(t_{m2})^2 = 9.000(1/\lambda_2)^{-0,083}$$

$$C_{10} = c_{10}(t_{m10})a_{10} = 7.000(1/\lambda_{10})^{-0,0683}$$

Postupak optimizacije je prikazan u tabelama 2 i 3. Tabela 2 sadrži različite moguće odnose između pouzdanosti ovih podsistema tako da se ostvari zadati nivo za oba podsistema, tj. $R_{2,10} = 0,987$. Kao što se vidi, ovaj zahtev se može ostvariti na više načina, raznim kombinacijama pouzdanosti posmatranih podsistema.

Tabela 3 sadrži odgovarajuće zbirne troškove za kombinacije prikazane u prethodnoj tabeli. Iz ove tabele se jasno vidi da se potrebna ulaganja za ostvarivanje svih kombina-

R_{10}	$R_{2,10} = R_2 \cdot R_{10}$				
R_2	0,993	0,994	0,995	0,996	0,997
0,989					0,986
0,990				0,986	0,987
0,991			0,986	0,987	0,988
0,992		0,986	0,987	0,988	
0,993	0,986	0,987	0,988		
0,994	0,987	0,988			
0,995	0,988				

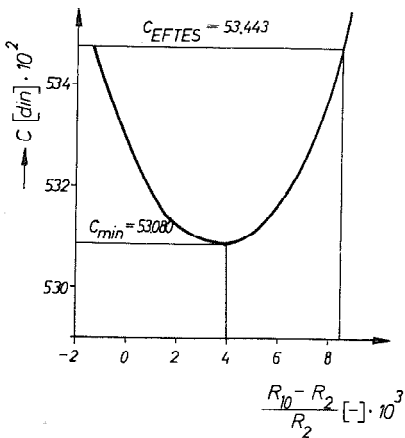
Tabela 2.

cija koje zadovoljavaju postavljeni uslov veoma medjusobno razlikuju. Ovo se još sli-

R_{10}	$C_{2,10} = C_2 + C_{10}$				
R_2	0,993	0,994	0,995	0,996	0,997
0,990					53.238
0,991				53.101	53.520
0,992			53.087	53.404	
0,993		53.196	53.456		
0,994	53.414	53.630			
0,995	53.913				

Tabela 3.

kovitije vidi iz sl. 3, koja grafički prikazuje potrebna ulaganja u zavisnosti od odnosa pouzdanosti posmatranih podsistema (sve uz uslov zadovoljenja postavljenog zahteva).



Slika 3.

Rezultati prikazani u Tabeli 3 i na sl. 3 pokazuju da je optimalno rešenje dato sledećom preraspodelom zadatih pouzdanosti na dva podsistema

$$R_2 = 0,9915 \quad \text{i} \quad R_{10} = 0,9955$$

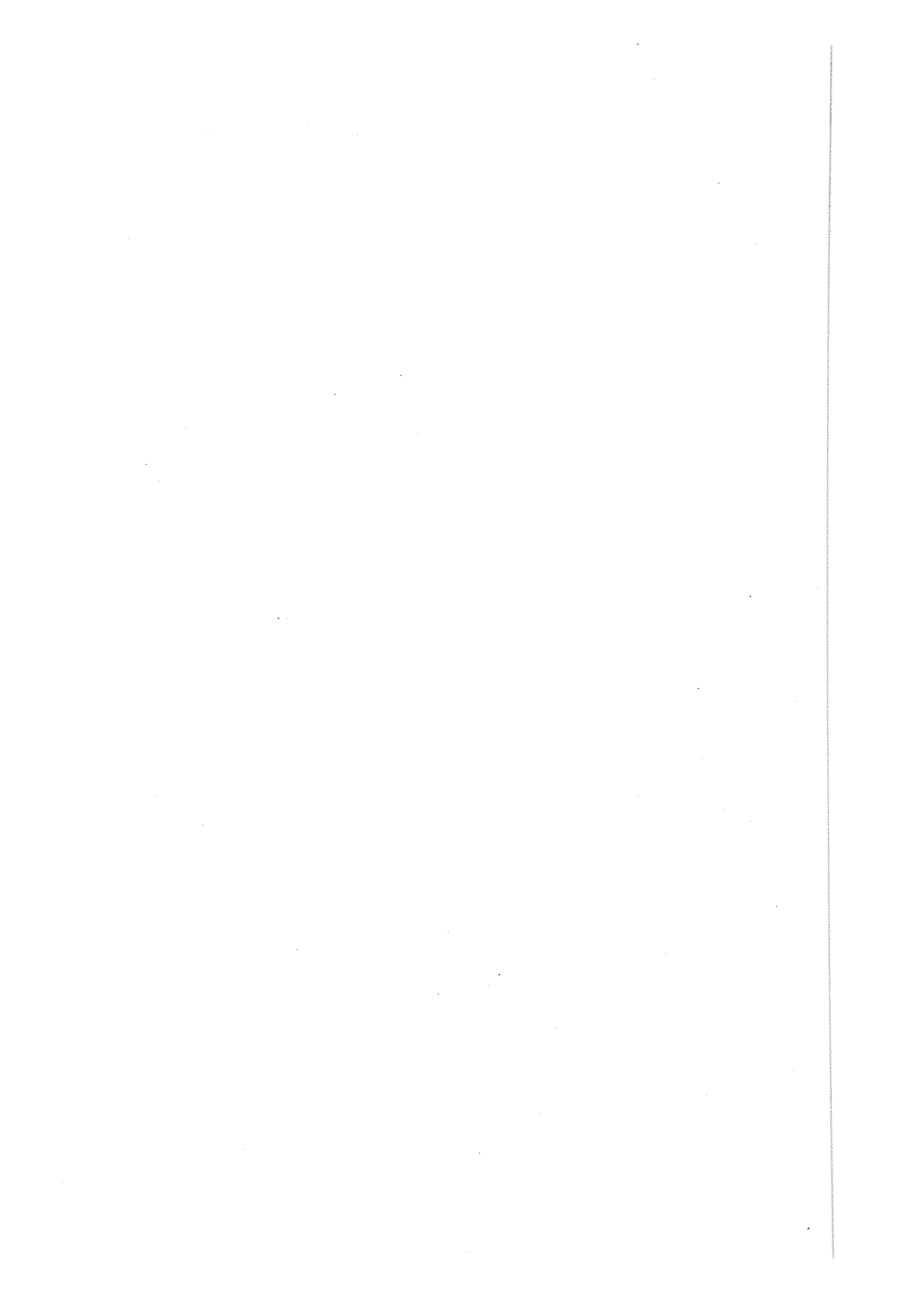
Ove vrednosti se značajno razlikuju od vrednosti alociranih u prvoj fazi, primenom modela EFTES. Ova razlika se još više sagledava ako se posmatraju ukupni troškovi. Naime, iz sl. 3 se vidi da su troškovi ulaganja u slučaju intenziteta otkaza alociranih prema modelu EFTES približno 53.443 dinara, dok optimalna kombinacija daje približno 53.080.

4. ZAKLJUČCI

Alokacija pouzdanosti sistema na sastavne podsisteme i elemente treba da se obavlja sa posebnom pažnjom. Pri tome treba da se uzmu u obzir svi bitni tehnički parametri, odnosno zahtevi ove vrste, ali isto tako i odgovarajući ekonomski parametri, koji određuju cenu proizvoda. Ovo se posebno odnosi na mašinske sisteme kakva su motorna vozila, kod kojih uvek ima više podsistema bitnih za sigurnost funkcionisanja, bezbednost rukovaoca i druge slične činioce. Za ovakve podsisteme alociranje treba da se obavi pre svega sa stanovišta zadovoljenja ovih bitnih tehničkih zahteva, dok za ostale podsisteme treba ići na metode alociranja koji zadovoljavaju zahteve minimalnih ulaganja, tj. minimalnih troškova. U skladu sa ovim, model EFTES je veoma prikladan za alociranje u prvoj fazi rada, s tim da se tako alocirane pouzdanosti za sve podsisteme i elemente čiji je faktor značajnosti, umanjeno naknadno analiziraju sa stanovišta troškova, uz optimizaciju primenom metoda dinamičkog programiranja ili sličnih optimizacionih tehnika.

5. LITERATURA

1. Todorović J., Zelenović D., 1981. - EFEKTIVNOST SISTEMA U MASINSTVU, Naučna knjiga, Beograd
2. Zelenović D., Todorović J., 1980, An approach to the allocation of mechanical systems reliability - EFTES Method, Int. J. Prod. Res., vol. 18, No.2, 2 169-177.
3. Kapur K.C., Lamberson L.R., 1977, RELIABILITY IN ENGINEERING DESIGN, John Wiley and Sons, Inc.
4. Misra K.B., Ljubojević M.D., 1973, Optimal Reliability Design of a System: A New Look, Transactions, on Reliability, vol. R-22, No. 5, December 1973.



ORGANIZOVANOST, OPREMLJENOST I MOTIVISANOST POLJOPRIVREDNIH ORGANIZACIJA - USLOV ZA OSTVARENJE POVIŠENIH EFEKATA U POLJOPRIVREDI JUGOSLAVIJE

Danilo Tomić

Centar Pokrajinskog komiteta Saveza komunista Vojvodine za političke studije i makrističko obrazovanje, Bulevar Maršala Tita 6/II, Novi Sad, Jugoslavija

U ovom radu autor analizira organizovanost, opremljenost i motivisanost poljoprivrednih organizacija i njihov uticaj na povišenje efekata u poljoprivredi Jugoslavije. Organizovanost i opremljenost ovih organizacija je zadovoljavajuća. Osnovni moto njihovog privredjivanja je povišenje proizvodnje i produktivnosti rada. Ostvareni rezultati su visoki i dostižu svetski nivo. Na kraju - zaključuje autor - ove organizacije nisu dovoljno motivisane za povećanje nivoa intenzivnosti proizvodnje, akumulacije, reprodukcije i reinvesticija.

U V O D

Posle završetka rata 1945. godine, u našoj zemlji je sprovedena agrarna reforma, kojom je formiran zemljišni fond od 1.566.000 ha. Oko 755.000 ovog fonda podeljeno je siromašnim seljacima, a preostalih 791.000 ha preneto je u državno vlasništvo i predstavljalo je osnov za formiranje državnih poljoprivrednih dobara. To je, ustvari, bio "začetak" kasnije usvojenog razvojnog koncepta poljoprivrede Jugoslavije. To su bila mala i usitnjena poljoprivredna dobra i društvene ekonomije sa malim površinama, slabo opremljena sredstvima za proizvodnju i sa nedovoljno stručnih kadrova. Kasnije, bržim razvojem poljoprivrede i privrede zemlje, zahvaćena procesima integracije i unutrašnje transformacije ove organizacije postepeno prerastaju u kombinat koji danas predstavljaju moderne agroindustrijske komplekse. To su pravi giganti sa najsavremenijim proizvodnim sredstvima. Na njima se primenjuju najnovija naučna, tehnička i tehnološka dostignuća. Oni se ubrajaju među najsavremenije organizacije u svetu. Njihov ubrzani razvoj predstavlja kvalitativnu promenu u razvoju naše poljoprivrede. Poljoprivredne organizacije su imale presudan uticaj na rezultate u poljoprivredi Jugoslavije koji dostižu svetski nivo. Osim toga, raznim formama kooperacije i udruživanja znatno su doprinele povećanju robne proizvodnje na gazdinstvima zemljoradnika.

I pored niza pozitivnosti, u razvoju ovih organizacija ispoljene su neke slabosti, što znači da nisu iskorišćene sve mogućnosti za povećanje poljoprivredne proizvodnje.

U ovom radu učinice se pokušaj da se analizira njihova organizovanost, opremlje-

nost, prvenstveno poljoprivrednom mehanizacijom, zatim motivisanost za bržom modernizacijom proizvodnog procesa - kao bitnim pretpostavkama za ostvarenje povišenih efekata u poljoprivredi. Povišeni efekti sagledavaće se preko prosečnog nivoa produktivnosti rada (fizički obim proizvodnje i društveni proizvod po stalno zaposlenom radniku); i prosečnog nivoa inenzivnosti proizvodnje (fizički obim proizvodnje i društveni proizvod po hektaru o-radive površine). Zatim, preko stopa akumulacije, reprodukcije i reinvesticija.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Stepen razvijenosti proizvodnih snaga posle rata u našoj zemlji bio je veoma nizak. Industrijalizacija je bila osnovni metod bržeg privrednog razvoja. Poljoprivreda je predstavljala izvor akumulacije u tom procesu. Zbog toga, u periodu 1947-1956. godine razvoj celokupne poljoprivrede, prema tome i društvene bio je zapostavljen. Prekretnica u procesu razvoja poljoprivrede Jugoslavije počinje donošenjem rezolucije Savezne Narodne skupštine (1957. godine) i Programa Saveza komunista Jugoslavije (1958. godine). Tada je usvojen koncept razvoja poljoprivrede zasnovan na bržem razvoju društvenih poljoprivrednih organizacija uz postepeno podružtvljavanje individualne poljoprivrede. Posle 1957. godine započeo je proces modernizacije ovih organizacija koje su predstavljale, a i danas predstavljaju, nosioca čitavog poljoprivrednog razvoja. To je početak razvoja krupne visokoproduktivne poljoprivredne proizvodnje na industrijskim osnovama, uz jačanje kooperativne saradnje na selu. Razvoj ovih organizacija, uglavnom pokazuje - u proteklom periodu - uzlaznu tendenciju, uz povremena kolebanja i oscilacije.

Uparedni prikaz broja poljoprivrednih organizacija, obradivog zemljišta i broja zaposlenih u poljoprivrednim organizacijama

Tabela 1.

Godina	Broj poljoprivrednih organizacija	Obradivo zemljiš. u (000) ha	Zaposleni u (000)
1955.	8.366	824	87
1960.	5.120	1.030	187
1965.	2.559	1.413	213
1970.	1.925	1.489	132
1975.	2.363	1.535	141
1979.	2.946	1.593	138

Izvor: SGJ

Na osnovu podataka iz tabele 1 može se zapaziti smanjenje broja poljoprivrednih organizacija do 1970. godine, a zatim porast. To je posledica delovanja zakona koncentracije i centralizacije u našoj poljoprivredi, odnosno, proširenja i ukрупnjavanja ovih organizacija raznim procesima integracije koji su se sproveli posle 1960. godine. Od 1970. godine naovamo, ustvari, posle donošenja i primene Ustava SFRJ (1974) i Zakona o udruženom radu (1976) dolazi do transformacije bivših preduzeća u organizacije udruženog rada i njihov broj je u porastu. Osim toga sporo je povećanje obradivih površina u vlasništvu ovih organizacija. Na primer, u 1979. godini raspolagale su sa svega 16% od ukupnih obradivih površina u poljoprivredi Jugoslavije. Broj stalno i povremeno zaposlenih radnika je u porastu do 1965. godine. Posle 1965. godine broj zaposlenih pokazuje tendenciju opadanja. To je posledica sve veće modernizacije i opremljenosti ovih organizacija (vidi tabelu 2 i 3).

Bruto investicije u osnovne fondove poljoprivrednih organizacija

Tabela 2. (milionima din.)cene 1972.

Godina	Ukupno (1)	Gradjevinski objekti (2)	Oprema (3)	Ostalo (4)
1955.	981,0	373,1	161,9	446,0
1960.	3613,9	1592,3	818,5	1202,6
1965.	2632,2	898,3	1030,3	703,6
1970.	2161,7	672,9	1106,5	308,3
1975.	3223,8	981,9	1675,6	566,3
1978.	3612,3	1441,9	1649,2	561,2

Izvor: Materijali Saveznog zavoda za statistiku.

Bruto investicije u osnovne fondove poljoprivrednih organizacija pokazuju uzlaznu tendenciju do 1960. godine, a zatim opadaju, da bi tek u 1978. godini dostigle nivo ulaganja iz 1960. godine. Slične tendencije

pokazuju i ulaganja u gradjevinske objekte. Medjutim, ulaganja u opremu poljoprivrednih organizacija stalno rasti i u apsolutnom i u relativnom iznosu, u posmatranom periodu. Znatno povećanje ulaganja u opremu zapaža se posle 1965. godine, odnosno, poklapa se sa početkom smanjenja broja zaposlenih. To potvrđuje izrečenu konstataciju o brzom modernizaciji i opremljenosti poljoprivrednih organizacija u poslereformskom periodu. Posledica ovakve investicione aktivnosti je takodje sve veća opremljenost ovih organizacija poljoprivrednom mehanizacijom (vidi tabelu 3).

Opremljenost poljoprivrednih organizacija mehanizacijom

Tabela 3.

Godina	Broj traktora	Kombajni	Kamioni
1955.	8.762	...	1.204
1960.	30.699	4.921	1.728
1965.	40.340	11.293	3.908
1970.	27.402	11.889	3.980
1975.	25.523	11.046	3.945
1979.	25.116	9.552	3.539

Izvor: SGJ.

Na osnovu podataka iz tabele 3 može se zapaziti porast broja poljoprivrednih mašina do 1965. godine. Posle privredne reforme njihov broj pokazuje tendenciju opadanja. To se može objasniti motivisanošću organizacija za nabavku snažnijih mašina sa većim radnim učinkom. Na primer, u 1965. godini broj traktora preko 36,8 KW iznosio je 8.854, a u 1979. godini 18.213. Znači, u proteklih 15 godina njihov broj je udvostručen. Zadovoljavajuća opremljenost mehanizacijom je kvalitativna promena u razvoju poljoprivrednih organizacija. Postavlja se pitanje šta motiviše poljoprivredne organizacije na ovakve promene.

Prof.dr R.Stojanović razmatra ulogu sistema motivacija u razvojnoj politici i ističe: "Dva osnovna oblika motivacija jesu motivisanost na razvoj i motivisanost na potrošnju. Njihov međusobni odnos, snaga delovanja jednog i drugog najneposrednije utiče i na tempo i karakter razvoja celoga društva, zbog čega je za optimalizaciju privrednog i društvenog razvoja veoma bitno da i oni budu u optimalnom odnosu" /6/. Za osnovne komponente motivisanosti na razvoj isti autor navodi sledeće:

- a) motivisanost na akumulaciju;
- b) motivisanost na porast stručnih znanja koja se mogu sasvim neposredno korisno upotrebiti...
- v) motivisanost na integraciju u svim sferama privrednog razvoja... na takav proces integracije koji podstiče razvoj...

g) motivisanost na maksimiziranje ukupnih društvenih pozitivnih eksternih efekata" /6/.

Ideje Stojanovićeve mogu naći primenu i u našoj teoriji, politici i praksi poljoprivrednog razvoja. Osnovni moto razvoja poljoprivrednih organizacija je povećanje, obezbeđenje stabilnijeg rasta i povoljnije strukture poljoprivredne proizvodnje, radi "sprovođenja politike bržeg porasta lične potrošnje i životnog standarda; za potpunije podmirenje povećanih potreba u poljoprivrednim sirovinama za industriju; za povećanje izvoza uz postepeno smanjenje uvoza hrane" /4/.

U ostvarivanju navedenih zadataka značajnu ulogu ima opremljenost poljoprivrednih organizacija mehanizacijom i porast broja stručnjaka. Mehanizacija zamenjuje ljudski rad, doprinosi kvalitetnijoj i blagovremenoj obradi i pripremi zemljišta, setvi, nezi, berbi (žetvi) useva, bržem transportu, boljem skladištenju i drugo. I upravo, povećanje proizvodnje i prinosa pšenice, kukuruza i sećerne repe, u poljoprivrednim organizacijama - pored velikog uticaja gajenja visokoprosinostnih sorata i primene savremene agrotehnike - može se delimično objasniti društvenim motivima, ciljevima i zadacima u proizvodnji hrane, dobrom snabdevenošću mehanizacijom i porastom broja stručnjaka.

Bitna obeležja razvoja društvene poljoprivrede posle privredne reforme su u povećanju minulog rada (veća mehanizovanost proizvodnih procesa) i smanjenju živog rada (broj zaposlenih).

Osnovni motiv ovim promenama je povećanje produktivnosti rada u poljoprivrednim organizacijama kao važne pretpostavke bržeg poljoprivrednog razvoja. I ovakve promene znatno su i doprinele povišenju produktivnosti rada u društvenoj poljoprivredi. U periodu od poslednjih 25 godina (1955-1979), produktivnost rada u društvenoj poljoprivredi, merena fizičkim obimom proizvodnje po zaposlenom, porasla je za skoro 6 puta (vidi tabelu 4).

Kretanje fizičkog obima proizvodnje, broja zaposlenih i fizičkog obima po zaposlenom u poljoprivrednim organizacijama

Tabela 4. Index 1955=100

Godina	Proizvodnja u poljopriv. organiz.	Stalno zaposleni radnici	Produktivnost (proizvodnja po zaposlenom)
1955.	100	100	100
1960.	261	216	120
1965.	428	246	174
1970.	550	152	362
1975.	735	162	453
1979.	937	159	589

Izvor: SGJ

Merena vrednosnim pokazateljima, produktivnost rada u društvenoj poljoprivredi pokazuje iste tendencije. Njen porast vrednosno izražen iznosi preko 4,8 puta (vidi tabelu 5).

Kretanje društvenog proizvoda i društvenog proizvoda po zaposlenom u poljoprivrednim organizacijama

Tabela 5.

Godina	Društveni proizvod* (u milionima din.)	Produktivnost rada (društveni proizvod po zaposlenom)	Index 1955=100
1955.	1.773	20.491	100
1960.	4.482	23.940	117
1965.	6.216	29.180	142
1970.	7.956	60.330	294
1975.	10.589	75.317	367
1979.	13.564	98.278	480

Porast produktivnosti rada je važan pokazatelj ne samo dosadašnjeg, već i budućeg razvoja poljoprivrede. Ostvareni rast produktivnosti rada u društvenoj poljoprivredi je zadovoljavajući i dostiže nivo produktivnosti poljoprivredno visokorazvijenih zemalja Danske, Holandije, SAD i drugih.

Medjutim, za analizu i ocenu razvoja društvene poljoprivrede - koja predstavlja najreprezentativniji pokazatelj - postoje i drugi važni pokazatelji. Jedan od njih je nivo intenzivnosti proizvodnje koji se dobija analizom kretanja društvenog proizvoda po hektaru obradive površine. To je, ustvari, značajan pokazatelj efektivnosti korišćenja zemljišnih kapaciteta. Prosečan nivo intenzivnosti izražen u fizičkom i vrednosnom izrazu ispoljava tendenciju rasta. Porast intenzivnosti proizvodnje obračunat preko fizičkog obima po hektaru obradive površine porastao je u proteklih 25 godina za skoro 5 puta (vidi tabelu 6).

Kretanje obradivih površina i fizičkog obima po hektaru obradivih površina u poljoprivrednim organizacijama

Tabela 6. Index 1955=100

Godina	Obradive površine	Invenzivnost (proizvodnja po hektaru obradive površine)
1955.	100	100
1960.	125	208
1965.	171	250
1970.	181	304
1975.	186	395
1979.	193	485

*) Obračunato u stalnim cenama 1972. godine po principu čiste delatnosti.

Izvor: SGJ.

Merena vrednosnim pokazateljima, intenzivnost proizvodnje u društvenoj poljoprivredi, u istom vremenskom periodu, je porasla skoro 4 puta (vidi tabelu 7).

Kretanje društvenog proizvoda po hektaru obradivih površina u poljoprivrednim organizacijama

Tabela 7.

Godina	Intenzivnost (društveni proizvod po hektaru)	Index 1955=100
1955.	2.152	100
1960.	4.351	202
1965.	4.399	204
1970.	5.343	248
1975.	6.898	320
1979.	8.514	395

Izvor: SGJ

Analiziranjem i poredjenjem podataka o porastu produktivnosti rada i intenzivnosti proizvodnje u poljoprivrednim organizacijama može se konstatovati da je produktivnost rada sporije rasla od intenzivnosti proizvodnje do privredne reforme. Posle privredne reforme nivo produktivnosti rada brže raste od nivoa intenzivnosti proizvodnje. Do sličnog zaključka dolazi se i analiziranjem mikroekonomskih pokazatelja poslovanja poljoprivrednih organizacija. (Prema podacima SDK, u 1966. godini, ostvaren je dohodak po zaposlenom u iznosu od 32.012 dinara, a u 1979. godini 258.060 dinara. U 1966. godini dohodak po hektaru obradive površine iznosio je 3.905 dinara, a u 1979. godini 22.358 dinara - tekuće cene.) Znači, u 1979. godini, u poredjenju sa 1966. godinom, porast dohotka po zaposlenom iznosio je 8 puta, a porast dohotka po hektaru obradive površine 5,7 puta.

Na osnovu izvršene analize može se zaključiti da su naše poljoprivredne organizacije više motivisane za povećanje produktivnosti rada, a manje za povećanje intenzivnosti proizvodnje, u poslereformskom periodu. Posledica ovakve motivisanosti manifestuje se u ekstenziviranju proizvodnje. Osnovna karakteristika ekstenzivne proizvodnje je velika zastupljenost žitarica u setvenoj strukturi obradivih i oraničnih površina, koje angažuju sve manje živog, a sve više opredmećenog rada. Zatim, veoma mala zastupljenost industrijskog bilja, povrća, voća i krmnog bilja. Ne koriste se dovoljno mogućnosti za brzi razvoj stočarstva, za navodnjavanje većih površina i dr. Drugim rečima, u našim poljoprivrednim organizacijama nisu u dovoljnoj meri zastupljene radno i dohodovno intenzivne proizvodnje (vidi tabelu 8).

Struktura setve oraničnih površina poljoprivrednih organizacija

Tabela 8.

Godine	Zasejane površine	Zita	Industrijsko bilje	Povrće	Krmno bilje
1955*	100	50,0	12,3	4,2	17,3
1960.	100	65,4	10,4	1,9	22,3
1965.	100	65,1	17,5	1,4	16,0
1970.	100	72,2	17,7	1,6	8,5
1975.	100	74,1	17,3	1,4	7,2
1979.	100	64,8	26,7	1,7	6,7

*) Podatke za 1955. godinu, treba prihvatiti s rezervom zbog toga što su, umesto zasejanih, u obzir uzete požnjevene površine

Izvor: Statistički bilten, br. 923, 1220 i SGJ.

Podaci iz tabele 8 potvrđuju gore iznete konstatacije. Posebno zabrinjava minimalna zastupljenost povrća, i stalno smanjenje učešća krmnog bilja u strukturi setve. Smanjenje površina pod krmnim biljem je posledica kolebanja i stagnacije stočarske proizvodnje u poljoprivrednim organizacijama. Na primer, u 1979. godini ove organizacije su raspolagale sa svega 13% stoke. Ekstenziviranje proizvodnje u ovim organizacijama može se objasniti nedovoljnom razvijenošću preradivačkih kapaciteta, neusaglašenošću razvojnih planova, programa između primarne poljoprivredne proizvodnje, preradivačkih kapaciteta, potrošačkih centara i robnih rezervi. Prevazilaženjem ovih slabosti, pospešio bi se razvoj radno i dohodovno intenzivnih proizvodnji u poljoprivrednim organizacijama. To bi doprinelo boljem korišćenju zemljišnih kapaciteta, odnosno povišenju prosečnog nivoa intenzivnosti proizvodnje. Time bi se povećao ukupan dohodak i dohodak po hektaru u ovim organizacijama, što bi se povoljno odrazilo na njihovu akumulativnu, reproduktivnu i re-investicionu sposobnost. Osim toga, iz dohotka se alimentiraju sredstva za razvoj sekundarnih, tercijalnih i društvenih delatnosti. Zato radni ljudi i radni kolektivi u ovim organizacijama moraju sve više biti motivisani - pored povišenja produktivnosti rada - na neprestano povišenje nivoa intenzivnosti proizvodnje, a time i akumulativne, reproduktivne i re-investicione sposobnosti poljoprivrede, koji su takodje, značajni pokazatelji razvoja poljoprivrede.

Akumulativna, reproduktivna i re-investiciona sposobnost društvene poljoprivrede Jugoslavije nije zadovoljavajuća i u proteklih 14 godina pokazuje tendenciju opadanja (vidi tabelu 9).

Stope akumulacije, reprodukcije i reinvesticija u poljoprivrednim organizacijama

Tabela 9.

Godina	Stope akumulacije (1)	Stope reprodukcije (2)	Stope reinvesticija (3)
1966.	3,8	7,0	3,8
1970.	2,2	6,4	1,6
1975.	2,5	6,0	3,2
1978.	1,2	4,0	0,6
1979.	1,4	4,1	0,4

Prema podacima SDK.

To je posledica pogoršavanja položaja poljoprivrede u primarnoj i sekundarnoj raspodeli. Pogoršanje položaja u primarnoj raspodeli ogleda se u bržem rastu cena industrijskih proizvoda namenjenih poljoprivredi, u poredjenju sa rastom cena poljoprivrednih proizvoda; u sekundarnoj, u bržem rastu lične, zajedničke i opšte potrošnje (lični dohoci, doprinosi interesnim i društveno-političkim zajednicama) u odnosu na rast cena poljoprivrednih proizvoda.

Poboljšanje položaja društvene poljoprivrede u primarnoj i sekundarnoj raspodeli je ključno pitanje poljoprivrednog, privrednog i društveno-ekonomskog razvoja zemlje u narednom periodu.

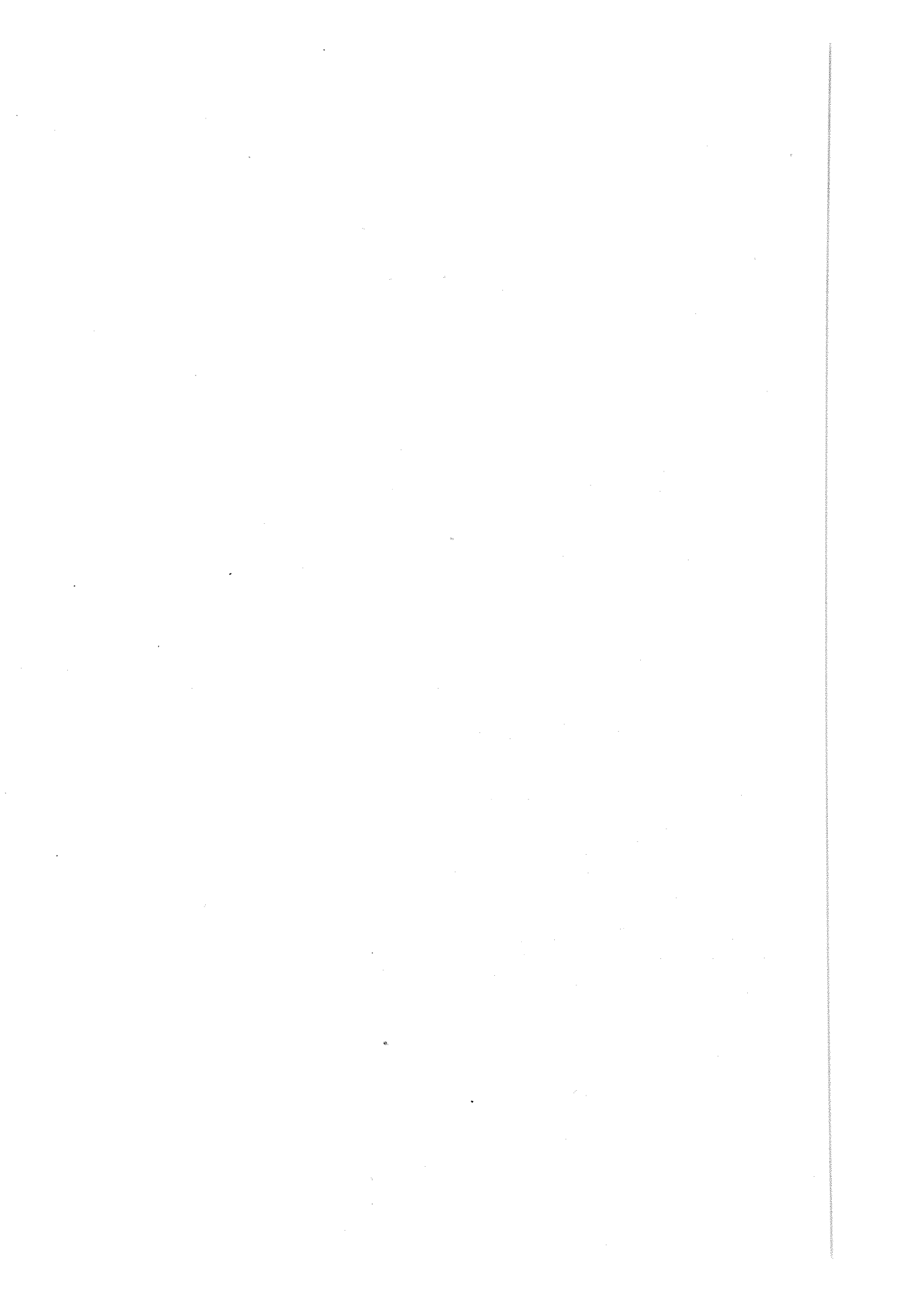
ZAKLJUČCI

Agrarnom reformom stvorena je solidna materijalna osnova za razvoj krupne poljoprivredne proizvodnje na industrijskim osnovama u socijalističkim proizvodnim odnosima. Odmah posle rata to su bila mala i usitnjena poljoprivredna dobra i društvene ekonomije. Kasnije, razvojem proizvodnih snaga i društvenih odnosa, zahvaćena raznim procesima integracije, ona prerastaju u moderne agroindustrijske kombinata. Danas, to su pravi giganti opremljeni najsavremenijim proizvodnim sredstvima. Poseban kvalitet, u poljoprivrednim organizacijama je stepen opremljenosti poljoprivrednom mehanizacijom. Proizvodni rezultati, ostvareni u ovim organizacijama dostižu svetski nivo. Osnovni motovi njihovog privredjivanja je povišenje nivoa produktivnosti rada. Ovakva motivisanost je sve prisutnija posle 1965. godine. Produktivnost rada u poslereformskom periodu beleži visok rast. Medjutim, za analizu i ocenu razvoja poljoprivrede - pored nivoa produktivnosti rada - značajni pokazatelji su

i novo invenzivnosti proizvodnje, stopa akumulacije, reprodukcije, i reinvesticija i dr. Bitna obeležja razvoja poljoprivrednih organizacija, posle 1965. godine su pretežna ekstenzivnost proizvodnje i spori rast intenzivnosti proizvodnje u odnosu na produktivnost rada, i niska akumulativna, reproduktivna i reinvesticiona sposobnost. Zbog toga, naše poljoprivredne organizacije u narednom periodu, pored povišenja produktivnosti rada - moraju više biti motivisane na povišenje nivoa intenzivnosti proizvodnje, akumulacije, reprodukcije i reinvesticija.

LITERATURA

- /1/ Eremić, M., Prilog ispitivanju zavisnosti razvoja poljoprivrede od ukupnog ekonomskog razvoja Jugoslavije. Ekonomika poljoprivrede, br. 7-8/1976.
- /2/ Marković, P. i sar., Razvoj produktivnosti u jugoslovenskoj poljoprivredi. Glasnik, br. 9/1979.
- /3/ Milenković, P., Ekonomska politika u poljoprivredi. Poljoprivredni fakultet Novi Sad, 1980.
- /4/ Rezolucija Savezne Narodne Skupštine o razvoju poljoprivrede. Službeni list SFRJ, Beograd, juli, 1964.
- /5/ Savezni zavod za statistiku: materijali, statistički bilteni i godišnjaci.
- /6/ Stojanović R., Uloga sistema motivacija u razvojnoj politici. Marksistička misao br. 3/1978.
- /7/ Tomić, D., Politika razvoja poljoprivrede Jugoslavije. Privredna izgradnja br. 4/1980.



POUZDANOST OPREME I METODOLOGIJA PLANIRANJA
PROIZVODNJE I ODRŽAVANJA

TOMIĆ M. DRAGAN

Hemijska industrija "Zorka"
Šabac-Jugoslavija

Kad je praktičnog sadržaja i analitički tretira mesto i ulogu pouzdanosti opreme u postojećoj proizvodnoj konfiguraciji HI "Zorka", Šabac.

1. UVODNE NAPOMENE

Realizaciju željenih kvalitativnih i kvantitativnih parametara proizvodnje mora pratiti i adekvatna pouzdanost proizvodne opreme. Zbog toga je ovaj podatak u velikim poslovnim sistemima, jedan od važnih elemenata planiranja. Drugim rečima, to znači da planiranje istog ili većeg fizičkog obima proizvodnje nedvosmisleno znači i planiranje iste ili veće pouzdanosti procesne opreme u toj proizvodnoj celini.

Pouzdanost opreme je, takodje, bitan uslov za povećanje produktivnosti rada u proizvodnom sistemu. Polazeći od činjenice da je produktivnost rada veća kada se za određeno vreme (za godinu dana) uz isti utrošak radne snage, proizvede veća količina materijalnih dobara, dolazi se do zaključka da su pouzdanost sredstava za proizvodnju i dobra organizacija proizvodnog rada dva uticajna faktora produktivnosti proizvodnje. Ovome treba dodati da je motivisanost, odnosno raspodela prema redu i rezultatima rada, uslov pravilnog življenja dva navedena faktora.

Iz svih napred navedenih razloga ciklus planiranja u HI "Zorka" počinju na principu prema sl. 1.

2. ORGANIZACIJA INFORMACIONOG SISTEMA

Pravilne i kvalitetne informacije su bitne pretpostavke pravilnog i kvalitetnog planiranja prema sl. 1. Zbog toga "Zorka" nastoji da poslov-

no-informacioni sistem što kvalitetnije organizuje i da se pri tome koristi automatskom obradom podataka. U okviru "Zorkinog" informacionog sistema automatske obrade podataka proizvodnja i održavanje figurišu kao informacioni podsistemi sl. 2 i sl. 3.

3. ORGANIZACIONE VEZE:
PROIZVODNJA-ODRŽAVANJE

Organizacione veze funkcija održavanja u okviru proizvodnog sistema je prikazano na sl. 4 i sl. 5.

4. PRIMER IZ PRAKSE

U okviru navedene organizovanosti "Zorka" realizuje sledeće vidove održavanja:

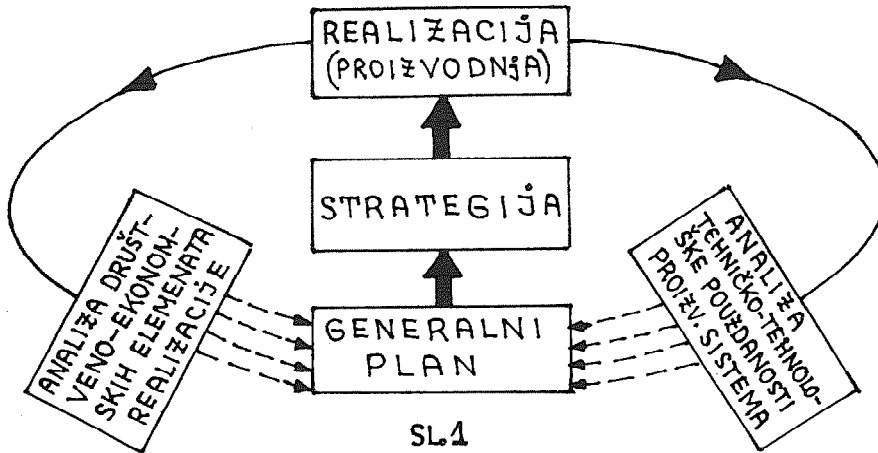
- plansko-preventivno održavanje
- interventno održavanje
- remont

Usvojena metodologija insistira na planskim funkcijama održavanja, što predpostavlja dobro sredjenu banku podataka iz ove oblasti rada. U okviru odredjenog matematičkog modela isti program se instalira u kompjuter, odakle se nalozi planskih aktivnosti dobijaju preko termina- la za svakih narednih sedam dana rada (kao prema sl. 4).

Povratne informacije idu istim pravcem samo suprotnim smerom i iz ovih informacija se registruju sledeći bitni pokazatelji održavanja:
- troškovi održavanja u odnosu na

- vrednost mašine ili uredjaja.
 - pouzdanost mašine ili uredjaja posebno i pouzdanost proizvodne linije kao celine.
 - stanje zaliha rezervnih delova, dinamika njihovog trošenja i dinamika nabavke.
- Tako su pokazatelji pouzdanosti u pogonu sumpornih preparata u toku jedne godine bili:
- Pouzdanost postrojenja $P_s=0,914$. Pri tome je najveća pouzdanost bila transportnog puža a najnepouzdanije je radio mlin za mleve-

opadne na donju propisanu dozvoljenu granicu (pouzdanost 0,8) pa se "remontnom injekcijom" i planskim održavanjem ove pouzdanost povećava. Na osnovu pokazatelja troškova održavanja zaključuje se da pojedini elementi ne samo da su imali nižu pouzdanost već da imaju i visoke troškove održavanja (pužna drobnica, mlin, vaga). Tako se i troškovno identifikuju uska grla u održavanju koja se prevazilaze tehničko-tehnološkim izmenama ili uvođenjem u rad novih



SL.4

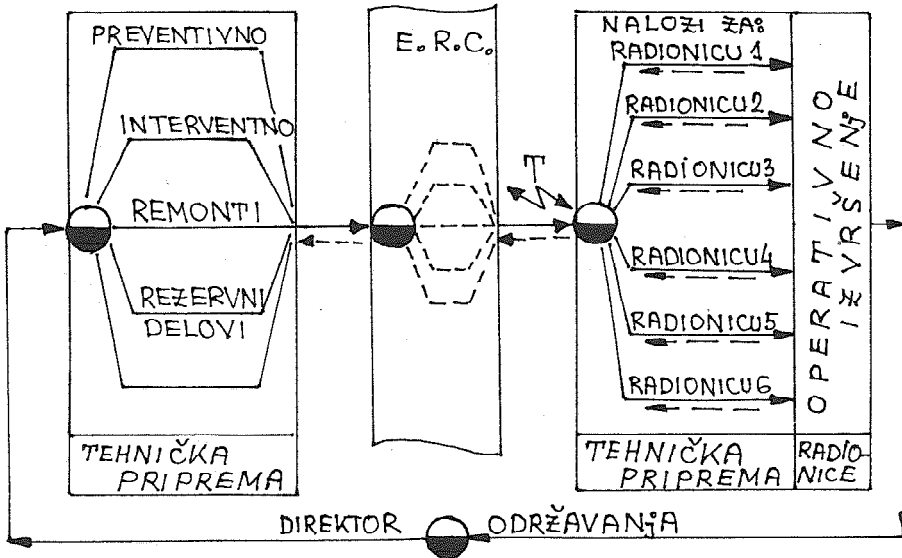
- nje GR-180.
 - Iz navedene pouzdanosti sledi i mogući fizički obim proizvodnje postrojenja:
 - $Q_{inst.} = 15840 \text{ t/god.} \quad (1)$
 - $Q = Q_i \cdot P_s = 15840 \cdot 0,914 \text{ t/god.} \quad (2)$
- Ova vrednost se množi sa faktorom gotovosti sistema pa je stvarni fizički obim proizvodnje:
- $$Q = Q_i \cdot P_s \cdot K_g = 15840 \cdot 0,914 \cdot 0,9 = 13000 \text{ (t/god.)} \quad (3)$$

Faktor gotovosti sistema uzima u obzir vremena zastoja zbog redovnog čišćenja i vreme koje se izgubi prilikom smenske primopredaje postrojenja:

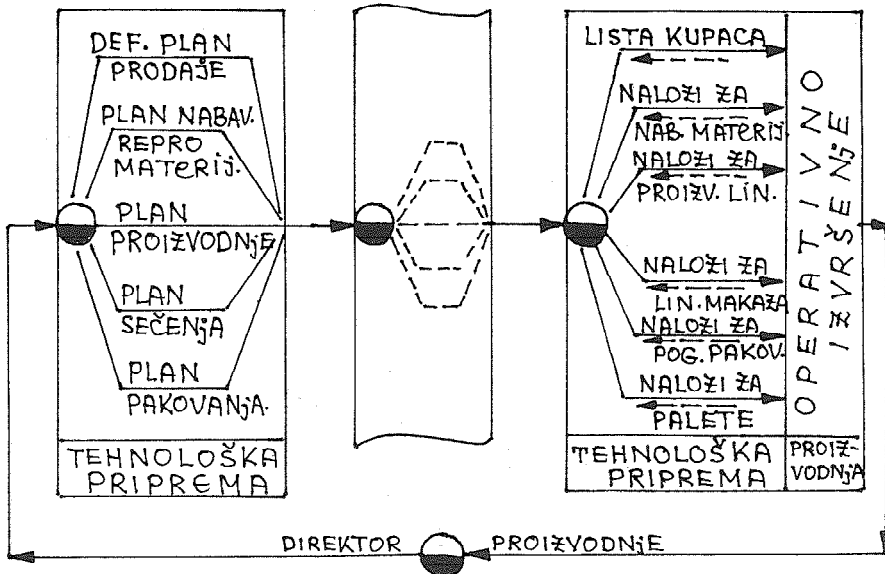
$$K_g = \frac{T \cdot r}{T_r + T_{zu}} = 0,9 \quad (4)$$

Na sl. 6 je prikazan dijagram raspodele pouzdanosti postrojenja u funkciji vremena. Iz istog sledi da se oscilatorni trendovi sukcesivno ponavljaju posle 9 meseci rada. To je vreme kada pouzdanost postrojenja

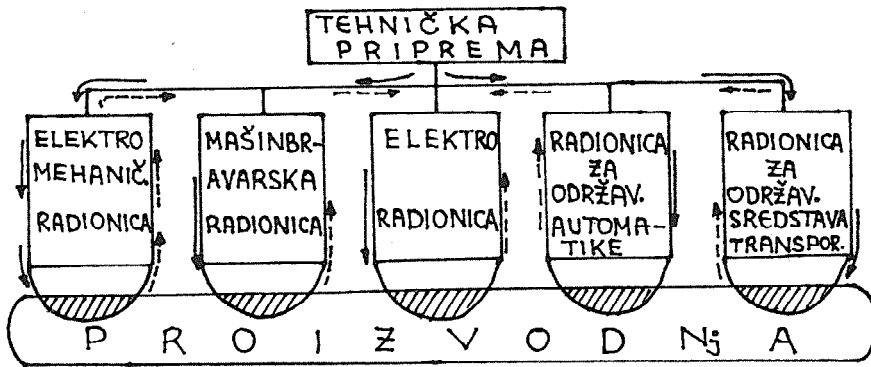
sredstava. U strukturi materijalnih troškova istorija trošenja i obnavljanja rezervnih delova je jedan od važnih strateških pokazatelja u tom smislu.



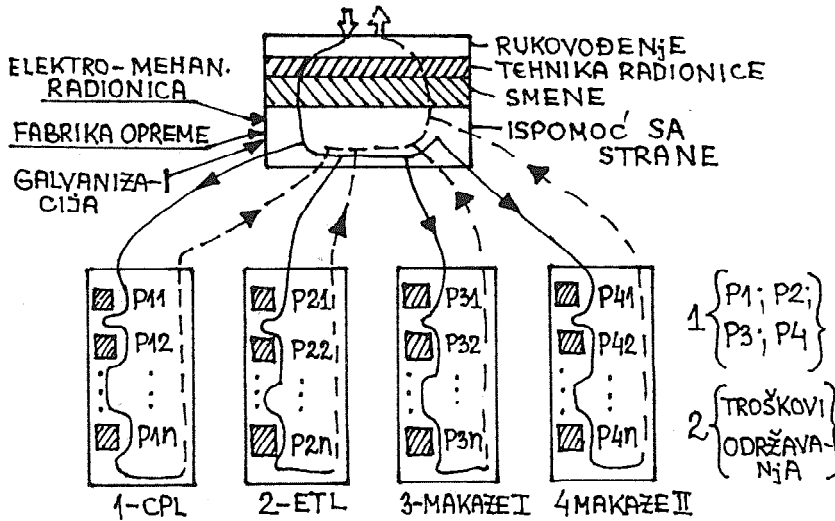
SL.2



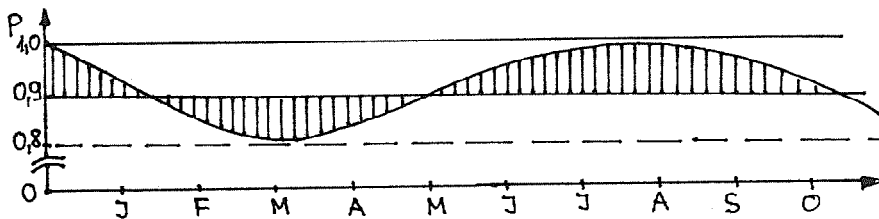
SL.3



SL.4



SL.5



SL.6

5. ZAKLJUČAK

Godišnji planovi velikih proizvodnih sistema (ako žele biti realni) moraju da sagledaju:

a) analizu društveno-ekonomskih elemenata realizacije u prošloj godini.

b) analizu tehničko-tehnološke pouzdanosti proizvodnih instalacija.

FLEKSIBILNOST UPRAVLJANJA PROIZVODNIH SISTEMA

TURI A. FERENC

Fabrika alatnih mašina i livnice
"FOTISJE" ADA, JUGOSLAVIJA

Fleksibilnost je jedna od najvažnijih osobina poslovno-proizvodnih sistema i nerazdvojna je od efektivnosti. Proizvodnja odnosno upravljanje proizvodnjom sa svoje strane uglavnom odlučno determiniše mogući stepen fleksibilnosti čitavog sistema. Zbog toga je neophodna i kratkoročna fleksibilnost. U radu je pokazano da kratkoročna fleksibilnost je moguća i da ima smisla, odnosno da fleksibilnost nije samo dugoročna i strateška kategorija.

1. UVOD

Fleksibilnost privrednih sistema, kao i poslovno-proizvodnih sistema je već duže vremena u centru pažnje istraživača. Iz publikovanih radova je međjutim vidljivo da fleksibilnost je interpretirana uglavnom kao srednjoročna ili dugoročna planska kategorija. Ova problematika se razmatra u sklopu razvoja tržišta, - proizvoda, - proizvodnje, - poslovanja, investicionih ulaganja i t.sl. U vezi kratkoročnih aktivnosti i delatnosti ova oblast je sasvim zanemarena, a pogotovu u vezi kratkoročnih planiranja i taktičkih odluka za upravljanje proizvodnjom. Razlozi za ovakvo stanje su mnogostruke. Najvažnije su svakako objektivne okolnosti prividne sigurnosti koje su pothranjivali determinističko predubedenje u poslovnim krugovima Zapada 60-ih godina, da je kratkoročno moguće predvideti sve elemente sistema sa dovoljno sigurnosti za uspešno upravljanje proizvodnjom. U uslovima planske privrede na Istoku fleksibilnost nije ni postavljena kao imperativ. Fleksibilnost je najviše istraživana na Zapadu, ali samo pretežno sa jednog jedinog aspekta: kako se najviše prilagoditi čudima tržišta prodaje. Na ovim shvaćanjima se zasnivaju bezmalo sve marketing koncepcije upravljanja poredućima.

Tržište nabave /i radne snage/, ekspanzija napretka /ne samo tehničkog i proizvoda/, nagle izmene u višim sistemima bližeg i daljeg okruženja /ratovi, energetske i dr.krise, politički poremećaji, administrativne zabrane i intervencije, devalvacije i t. sl./ nisu iziskivali kratkoročnu elastičnost upravljanja proizvodnjom.

U najnovije vreme uslovi i na Zapadu i na Istoku postali su sličniji. Upravljanje proizvodnim sistemima intenzivno se mora prilagoditi novim uslovima i sa strane inputa i sa strane outputa, kao i sa strane okruženja.

2. KRUTOST PONAŠANJA

Proizvodnji zbog raznih poremećaja često nedostaju neki resursi. Upravljanje proizvodnjom, da ne bi izgubila druge, postojeće resurse /ljudske i mašinske kapacitete/ nastoji da sigurno obezbedi blagovremeno materijalne resurse. Tržište nabave ima dugačke rokove isporuka obično i neelastično je u pogledu kvaliteta i kvantiteta, pogotovu u uslovima konjunktura. Zbog ovih razloga upravljanje proizvodnjom kruto se ponaša u odnosu na impulse tržišta prodaje.

3. FLEKSIBILNOST

Razni autori definišu fleksibilnost na bezbroj načina, a najčešće kao sposobnost preduzeća da se prilagodi uslovima ili promenama tržišta /prodaje/ brzo i ekonomično.

Prilagodjavanje uslovima ili promenama tržišta nabave i okruženja obično je označeno kao invarijantnost sistema i pretpostavlja nepromenljivost izlaza.

U svrhu ovog rada fleksibilnost je određena kao ofanzivna i defanzivna sposobnost sistema da se vrati u ravnotežno stanje po promeni neke uticajne komponente, tako da doprinosi ostvarenju ciljeva poslovanja.

Potrebno je uočiti da ravnotežno stanje i ciljevi nisu označeni kao prvobitni.

4. VREMENSKI HORIZONT

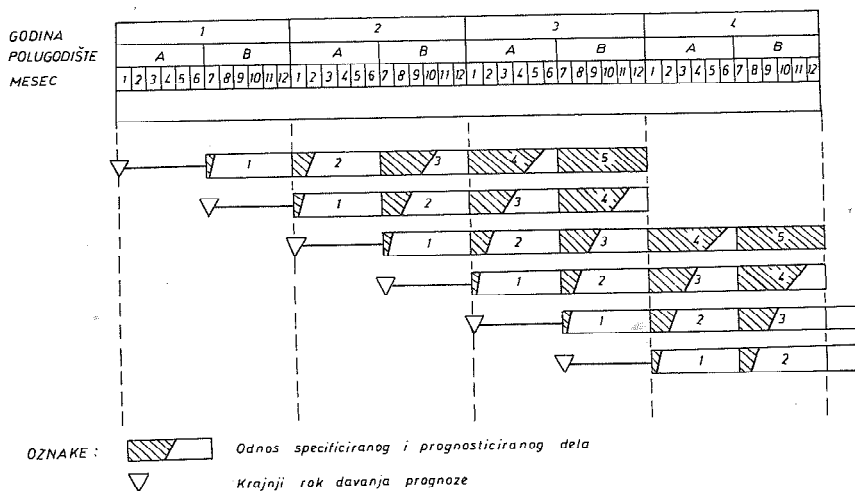
Sasvim je izvesno da fleksibilnost nema smisla za beskonačno mali ili - veliki vremenski interval. Fleksibilnost ovde će se posmatrati u vremenskom periodu do godinu dana. Donja granica vremenskog intervala egzaktno i uopšteno nije moguće odrediti, nego samo konkretno za razmatranu komponentu.

Pri odredjivanju ovakvog intervala za kratkoročnu fleksibilnost upravljanja proizvodnjom uzeto je u obzir da se planovi finalizacije odobravaju za kalendarsku godinu uz prethodno pribavljanje nekih preduslova na bazi prvih prognoza od pre pet polugodišta i polugodišnjeg sukcesivnog aktualiziranja.

5. RESURSI

Smišljeno pribavljanje resursa ima odlučujući uticaj na fleksibilnost upravljanja proizvodnjom. Dužina vremena pribavljanja igra presudnu ulogu. Kod analize i klasifikacije resursa bitan je kriterij da resursi u kojoj meri mogu da služe izmenjenom proizvodnom programu. Fleksibilnost upravljanja proizvodnjom je veća ukoliko su ti dati odnosno konstantni resursi konvertibilni u druge resurse ili komponente.

Konstantni resursi ne znače automatski i zalihu, nego mogu značiti i porudžbinu, sporazum ili t. sl. Drugu grupu resursa čine promenljivi resursi koje je moguće pribaviti pri blagovremenim odlukama i delovanju. Izraz "blagovremeno" zahteva egzaktniju definiciju.



ŠEMA POSTUPNOG DEFINISANJA PROGRAMA PROIZVODNJE

6. INFORMACIJE

Glavna protivrečnost upravljanja proizvodnjom je da na bazi nepotpunih informacija - prognoze, bez specifikacije kompletnog proizvodnog programa, a kasnije na bazi delimične specifikacije - treba da obezbedi konkretne elemente grupe promenljivih resursa.

Potrebno je uočiti da nepotpune informacije su uzrok krutog ponašanja upravljanja proizvodnjom, ali istovremeno i preduslov za fleksibilno ponašanje.

7. ITERATIVNO PROGRAMIRANJE

Upravljanje proizvodnjom na bazi srednjoročnih planova treba da odredi pozicije koje imaju najduži ciklus proizvodnje. Zatim na bazi informacije nabave da definiše resurse sa najdužim rokom pribavljanja. Na osnovu prve prognoze proizvodnog programa pristupa se pribavljanju ovih resursa. U toku polugodišnjih postupnih specificiranja pristupa se uvek pribavljanju onih resursa čiji rok obezbeđenja je dospeo. Sa postupnom specifikacijom strukture finalizacije uporedo se aktualiziraju i programi upravljanja proizvodnjom.

8. FORMIRANJE VERTIKALA

Povećanju stepena fleksibilnosti upravljanja proizvodnjom značajno doprinosi i podela proizvodnog ciklusa na vertikalne. Jedna od mogućihodela je na obezbeđenje resursa /sa pripremom materijala/, proizvodnju delova, montažu jedinica i montažu finalnog proizvoda sa posebnim zalihama u svim ovim fazama. Sistem može biti deljen i na više i na manje vertikalne, međjutim od kriterijuma kod podele treba imati u vidu osim tehničko-tehnoloških celina i organizaciono-samoupravne i knjigovodstveno-dohodovne.

Fleksibilnost se ovim povećava, kao i brzina prilagodjavanja na ulazno/izlazne uslove usled kraćih i vremenski nezavisnih vertikalne.

Zalihe nekonvertibilnih resursa u višim vertikalama ovde značajno treba povećati radi izlazne fleksibilnosti. Ova - obično eksterna roba - najčešće ima veliku nabavnu pojedini-

načnu cenu. Ovo stvara pogrešan utisak, jer u kumulativnoj vrednosti proizvoda nije veće od 1-5% najčešće i ukupna vrednost ovako koncipiranih zaliha redovno je manja od prvobitnih. No fleksibilnost ipak ima svoju cenu bar u Software-u pri manipulaciji sa spektrom podataka i programa.

9. REZIME

Preduzeća moraju često da budu elastična na tržištu prodaje pri krutosti tržišta nabave i poremećajima iz okruženja. Kratkoročna fleksibilnost upravljanja proizvodnjom predisponira ponašanje preduzeća na tržištu prodaje. Brzo i ekonomično prilagodjavanje ovim uslovima je moguće i mora se planirati i ugraditi u sistem, a ne rešavati operativno od slučaja do slučaja. Ovim je premošćena glavna protivrečnost upravljanja proizvodnjom, da na bazi nepotpunih prodajnih informacija mora osigurati konkretne resurse. Tako otklanjamo glavni uzrok krutog ponašanja upravljanja proizvodnjom da bi obezbedila resurse za stabilnu proizvodnju. Kratkoročna elastičnost se ostvaruje iterativnim upravljanjem, podelom proizvodnje na autonomne vertikalne, planiranjem po fazama, restrukturiranjem zaliha u korist viših vertikalne.

Moguće je da postoje i druge metode osim prezentiranog, eventualno i uspešnije, kojima je moguće povećati kratkoročnu fleksibilnost, međjutim ima dokaza da je iterativna metoda planiranja efikasna u konkretnim uslovima proizvodnje alatnih mašina i osnovana je pretpostavka da je uspešno primenljiva u metalnoj i sličnoj industriji.

LITERATURA

1. Kun L., 1975, Tipizacija proizvoda sa stanovišta strategije poslovanja, Skoplje, Ekonomski fakultet
2. Zelenović D., 1973, Proizvodni sistemi, Beograd, Naučna Knjiga
3. Mora A., 1980, Inženjersko odlučivanje, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka

4. Hajtò A., 1979, Rugalmas termelés-
irányítás a gépíparban, Budapest,
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó
/Fleksibilno upravljanje proizvod-
njom u mašinogradnji/

5. McGuire J.W., 1979, THEORIES OF
BUSINESS BEHAVIOR, Budapest,
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó
/prevod na madjarski/

MOGUĆNOSTI I OGRANIČENJA PRIMJENE PROJEKTNE
ORGANIZACIJE U PROIZVODNOJ PRAKSI U JUGOSLAVIJI

DANIR VRHOVNIK

Brodogradilište "Viktor Lenac" - Rijeka
Tehnički fakultet - Rijeka
Sveučilište u Rijeci, Jugoslavija

U radu se razmatraju mogućnosti i ograničenja tretmana organizacije udruženog rada, u kojoj se poslovni i proizvodni proces odvija kroz niz projekata, kao višeprojektne organizacije. Nakon analize institucionalnih oblika organiziranja udruženog rada i definiranja osnovnih osobina višeprojektne organizacije vrši se analiza osnovne organizacije udruženog rada i radne organizacije kao višeprojektne organizacije.

1. UVOD

Posljednjih petnaestak godina u najrazvijenijim zemljama u okviru moderne teorije organizacije razvija se projektna organizacija kao odgovor na složene probleme upravljanja velikim poduhvatima u privrednoj, znanstveno-istraživačkoj i drugoj djelatnosti. Istodobno u Jugoslaviji započinje proces konstituiranja i organiziranja udruženog rada kao odgovora na probleme u razvoju samoupravljanja i kao korak na putu prema asocijaciji slobodnih proizvođača i oslobađanju rada. No, iste tako ubrzani privredni razvoj nameće potrebu primjene najsvremenijih organizacijskih metoda, tehnika i instrumentarija upravljanja poslovnim sistemima.

Stoga se u ovom radu analiziraju mogućnosti i ograničenja primjene ovog dijela projektne organizacije, koji se odnosi na višeprojektne sisteme, na organizaciju udruženog rada. Razmatranje je također zasnovano na iskustvima iz dosadašnje prakse.

2. TEMELJNI INSTITUCIONALNI OBLICI ORGANIZIRANJA POSLOVNIH SISTEMA

2.1. Osnovni pojmovi

Organizacijski oblici poslovnih sistema u Jugoslaviji propisani su Ustavom SRJ i Zakonom o udruženom radu. Pojmom organizacija udruženog rada obuhvaćena su tri osnovna obli-

ka organiziranja poslovnih sistema hijerarhijski strukturirana: osnovna organizacija udruženog rada, radna organizacija i složena organizacija udruženog rada. Pored toga ovi poslovni sistemi mogu se udruživati u šire asocijacije ukoliko za to imaju poslovni ili drugog interesa. O formiranju i daljnjem udruživanju pojedinih poslovnih sistema odlučuju svi zaposleni radnici neposredno.

2.2. Osnovna organizacija udruženog rada

Osnovna organizacija udruženog rada je naziv za osnovni oblik organiziranja poslovnih sistema. Konstituiraju se obavezno od dijela radne organizacije ako su istodobno i kontinuirano zadovoljena tri uvjeta:

- da takav čini radnu cjelinu (tehnološki)
- da se rezultat rada te radne cjeline može verificirati direktno na tržištu ili preko viših oblika organiziranja (ekonomski)
- da radnici u toj radnoj cjelini mogu ostvariti svoja društveno-ekonomska i samoupravna prava (politički).

2.3. Radna organizacija

Razlikuju se dvije vrste radnih organizacija:

- a) radna organizacija bez osnovnih organizacija u svom sastavu u kojoj su radnici neposredno povezani jedinstvenim procesom rada.

To je u stvari osnovna organizacija koja samostalno posluje

- b) radna organizacija sa osnovnim organizacijama u svom sastavu. U tom slučaju osnovne organizacije udruženog rada moraju biti međusobno povezane procesom proizvodnje odnosno poslovanja na način da je udio svake osnovne organizacije u ostvarivanju zajedničkog rezultata radne organizacije uvijek uspješnog poslovanja radne organizacije kao cjeline.

Za daljnja razmatranja interesantna je druga složenija vrsta tj. radna organizacija sa osnovnim organizacijama u svom sastavu.

U tom slučaju, povezanost zajedničkim interesima osnovnih organizacija u radnoj organizaciji određuje se kroz međusobnu povezanost u procesu proizvodnje. Udio svake osnovne organizacije u procesu poslovanja radne organizacije mora biti takav da uvjetuje opstanak i razvoj radne organizacije kao cjeline.

Osnovnu organizaciju udruženog rada možemo tretirati kao podsistem u okviru radne organizacije kao poslovnog sistema. Bitno je, međutim, uočiti da ciljeve poslovanja radne organizacije kao svrhu njenog funkcioniranja određuju osnovne organizacije. Osnovne organizacije udruženog rada, dakle, određuju svoje ciljeve poslovanja i ciljeve poslovanja radne organizacije u čijem su sastavu.

2.4. Radna zajednica

Radi obavljanja poslova od zajedničkog interesa osnovne organizacije udružene u radnu organizaciju ili radne organizacije udružene u složenu organizaciju mogu formirati radnu zajednicu.

Pod poslovima od zajedničkog interesa prvenstveno se misli na administrativno-stručne i pomoćne poslove kao što su knjigovodstveni, plansko-analički, personalni i drugi poslovi.

U radnoj zajednici mogu se obavljati komercijalni, projektantski, naučno istraživački i drugi poslovi, poslovi inženjeringa itd. ukoliko su manjeg opsega i ukoliko ne postoje uvjeti da se za obavljanje tih poslova formira osnovna organizacija.

3. UPRAVLJANJE ORGANIZACIJOM UDRUŽENOG RADA

U osnovnoj organizaciji, radnoj

organizaciji, složenoj organizaciji udruženog rada i radnoj zajednici razlikuju se tri različita organa upravljanja: radnički savjet, po potrebi izvršni organ radničkog savjeta i poslovodni organ.

Prema Živkoviću, poslovodna funkcija je jedan od podsistema organizacije u kojoj djeluje. Ona nema nezavisnih ciljeva izvan utvrđenih proizvodnih, ekonomskih i društvenih ciljeva organizacije udruženog rada. Ona, međutim, ima relativnu samostalnost, sopstvene metode, organizaciju, veze i odgovornost.

Osnovne karakteristike položaja poslovodnog organa u osnovnoj organizaciji jesu samostalno odlučivanje kod:

- vođenja poslova osnovne organizacije
- provođenja pojedinih zadataka ili obavljanja poslova
- organiziranja i usklađivanja procesa rada
- izdavanja naloga za izvršavanje određenih poslova i zadataka
- formiranja raznih radnih grupa koje rade po njegovim nalogima.

Osnovni zadatak poslovodnog organa organizacije je koordiniranje poslovnih organa osnovnih organizacija u okviru poslova koji se obavljaju na nivou radne organizacije. Odnos između poslovodnih organa radne organizacije i osnovne organizacije nije zasnovan na principima subordinacije, već na koordinaciji.

Poslovodni organ radne organizacije je subordiniran radnicima radne zajednice, direktno ako obavlja i funkciju poslovodnog organa radne zajednice ili indirektno preko poslovodnog organa radne zajednice ako postoji.

Pored prije navedenih poslova, poslovodni organi zastupaju svoje organizacije udruženog rada i štite zakonitost u njihovom radu i poslovanju.

4. VIŠEPROJEKTNI POSLOVNI SISTEM

4.1. Projektno orijentiran poslovni proces

Poslovni sistem može se tretirati kao višeprojektni sistem ukoliko se osnovne poslovne funkcije kontinuirano, većim dijelom realiziraju kroz projekte. Za višeprojektnu sistemu u industriji bitno je da se proizvodni proces odvija kroz niz projekata.

A. Karabot navodi da višeprojektni sistemi imaju slijedeće osobine:

- zadaci se u sistemu uglavnom nalaze u obliku projekata pa se proces sastoji pretežno od projekata
- projekti u procesu su međusobno slični i imaju zajedničke karakteristike, kao na primjer slična struktura, odvijanje preko istih faza itd.
- za realizaciju koriste resurse istih organizacijskih jedinica

4.2. Matrična struktura

Osnovni podsistemi višeprojekt-nog sistema su projekti i funkcij-ske organizacijske jedinice.

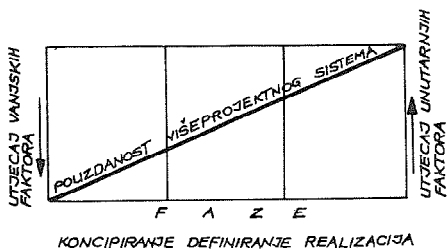
Funkcijska organizacijska jedi-nica je organizacijska jedinica koja organizirano obavlja skup povezanih poslova i tako najsvrsihodnije izvršava poseban zadatak poslovnog sis-tema. U funkcijskim organizacijskim jedinicama kontinuirano se izvršava-ju slični poslovi na različitim pro-jektima.

Projekti su strukturirani od lo-gički povezanih aktivnosti i ciljeva. Aktivnosti u projektu se realiziraju u različitim funkcijskim organizaci-jskim jedinicama.

Višeprojektni sistem karakterizira matrična struktura. Elementimatrice (eij) označavaju aktivnosti ili skupine aktivnosti koje izvide funk-cijske organizacijske jedinice. Aktivnost je osnovni element podsis-tema projekta, a posao osnovni ele-ment podsistema funkcijske organiza-cijske jedinice. Razivi aktivnost i posao su sinonimi.

4.3. Pouzdanost višeprojektnog sistema

Pouzdanost višeprojektnog sis-tema je relativno mala. Proizlazi iz jednokratnosti projekata i uzasto-pnog, međusobno uvjetovanog i pove-zanog izvođenja projektnih aktivno-sti.

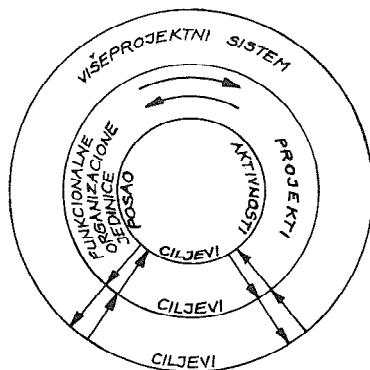


SLIKA 1 Pouzdanost višeprojektnog sistema

Utjecaj okoline na pouzdanost višeprojektnog sistema smanjuje se od faze koncipiranja prema fazi izvođenja a raste utjecaj internih organizacijskih faktora samog sistema. Pouzdanost višeprojektnog sistema se može povećati adekvatnim upravljačkim mjerama zasnovanim na pravodobnim i točnim informacijama. Pouzdanost sistema raste ukoliko se na svim upravljačkim nivoima smanjuje razlika između opsega potrebnih informacija i opsega informacija koje se posje-duju.

4.4. Ciljevi višeprojektnog sistema

Na razini višeprojektnog poslo-vnog sistema postoji sistem ekonom-skih, tehničkih organizacijskih i drugih ciljeva. Osnovni podsistemi (projekt funkcijske organizacijske jedinice) također formiraju svoje sisteme ciljeva.



SLIKA 2 Sistem ciljeva višeprojektnog sistema

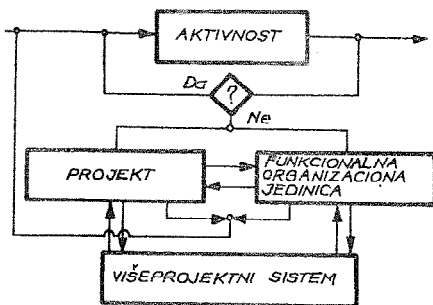
Cilj pojedinog projekta (na primjer rok završetka) ne mora biti uvijek u skladu sa ciljem funkcij-ske organizacijske jedinice (na pri-mjer racionalan raspored resursa).

4.5. Upravljanje višeprojektnim sistemom

Zbog relativno male pouzdanosti česte su promjene u funkcioniranju višeprojektnog sistema. Uzrokovane su nedovoljnom determiniranosti i jednokratnosti projekata, te djelova-njem eksternih i internih smetnji. To zahtjeva kontinuirano redefinira-nje ciljeva elemenata, podsistema, a ponekad i samog višeprojektnog

sistema, te njihove međusobno usklađivanje i korespondenciju u sve tri faze projekta.

U višeprojektuom sistemu razlikuju se tri nivoa regulacije.



SLIKA 3 Pojednostavljen modal regulacije višeprojektnog sistema

Prva regulacija se vrši na nivou nosioca zadataka odnosno aktivnosti.

Na nivou projekta i funkcijske organizacijske jedinice vrši se zajednička regulacija i to u okviru preklapanja ciljeva ovih podsistema. Samostalna regulacija podsistema projekta ili podsistema funkcijske organizacijske jedinice u okviru vlastitih pojedinačnih ciljeva uzrokovala bi konflikte. Podsystemi projekata i funkcijskih organizacijskih jedinica moraju zajednički definirati i po potrebi redefinirati ciljeve pojedinog projekta a time i organizacijske jedinice, te zajednički vršiti regulaciju procesa. Na razini višeprojektnog sistema obavlja se regulacija cjelokupnog procesa. Funkcioniranje podsistema uskladuje se sa ciljevima sistema.

Adekvatan informacijski sistem zasnovan na aktivnosti (poslu) kao nosiocu informacija, osnova je uspješnog upravljanja višeprojektim sistemom. To je posebno značajno jer s obzirom na učestalost smetnji upravljački sistem mora imati kratko reakcijsko vrijeme.

Dualna odgovornost je jedna od osnovnih karakteristika višeprojektnog sistema.

Izvršilac aktivnosti (posla) dvostruko je odgovoran i to rukovodstvu projekta i rukovodstvu svoje funkcionalne jedinice. Stoga je veoma važno da se kod projektiranja upravljačkog sistema točno definira

opseg, vrsta i sadržaj odgovornosti, prema oba rukovodstva. To je potencijalni izvor konflikata ukoliko pravila ponašanja nisu točno definirana.

Odnosi u upravljanju višeprojektim sistemom nisu zasnovani na linijskoj hijerarhijskoj strukturi klasične organizacije kao što konstatira i V. Sulec. Linijski rad je osnovni metod upravljanja projektom.

Upravljanju višeprojektim sistemom imanantna je demokratizacija odnosa, a akcentom na timskom radu rukovođeće ekipe projekta i ravnopravnim odnosima pojedinih podsistema i elemenata koji učestvuju u realizaciji projekta.

5. OSNOVNA ORGANIZACIONA UDRUŽENOG RADA KAO VIŠEPROJEKTI SYSTEM

Osnovne podsisteme osnovne organizacije čine projekti i funkcijske organizacijske jedinice kao elementi matrične strukture, te druge organizacijske jedinice koje mogu biti organizirane na drugačiji način. Značajno je također uočiti da je funkcionalna organizacijska jedinica stalan oblik organiziranja osnovne organizacije, a projekt nestalan oblik jer je proces trajanja projekta vremenski točno ograničen.

Interesantno je razmotriti koji se poslovi u osnovnoj organizaciji realiziraju u matričnoj strukturi a koji izvan nje.

Proizvodnja, koja realizira treću fazu projekta, obavezno se izvodi u matričnoj strukturi. Funkcijske organizacijske jedinice su radione, pogoni itd.

Operativna priprema proizvodnje ima dva osnovna zadatka: planiranje procesa projekta i planiranje kapaciteta resursa. Prvi zadatak realizira kao funkcijska organizacijska jedinica a drugi kao štapski organ rukovodstva osnovne organizacije. Stoga je moguća njena podjela na dvije organizacijske jedinice.

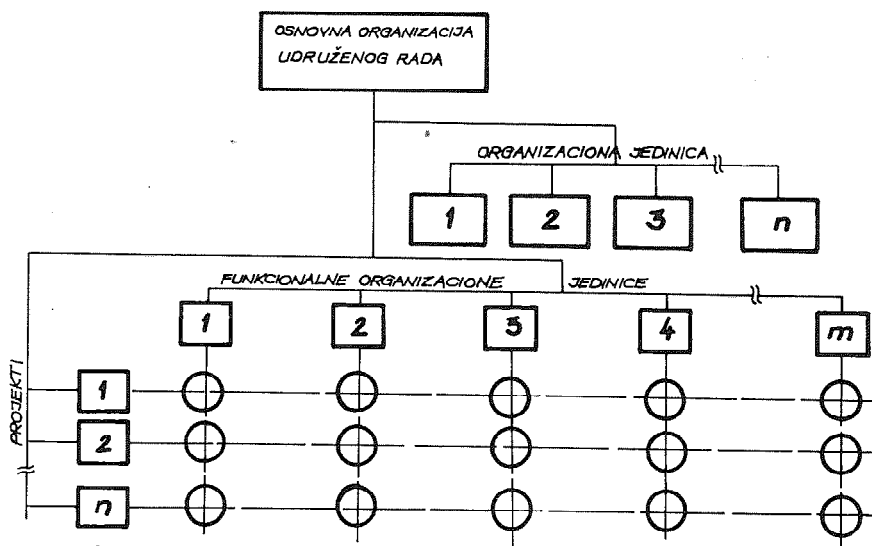
Tehnološka priprema može se također organizacijski tretirati na dva načina. Ukoliko je rukovodstvo projekta odgovorno za tehnologiju onda je tehnološka priprema dio matrične strukture. Ako je funkcionalna organizacijska jedinica jedina odgovorna za tehnologiju onda i tehnološka priprema može biti organizirana izvan matrične strukture.

Komercijalni, razvojni i drugi tehnički poslovi koji izvode faze koncipiranja i definiranja projekta mogu biti organizirani u osnovnoj organizaciji ili radnoj zajednici.

Ako su organizirani u osnovnoj organizaciji mogu biti dio matricne strukture ili posebno organizirani dijelovi osnovne organizacije.

poslovnog organa osnovne organizacije.

U tom kontekstu treba promatrati i dualnu odgovornost nosioca aktiv-



SLIKA 4 Organizaciona shema osnovne organizacije udruženog rada kao višeprojektnog sistema

U osnovnoj organizaciji udruženog rada organiziranoj kao višeprojektnom sistemu mogu se razlikovati dvije linije upravljanja, svaka sa tri upravljačka nivoa. Prva linija sadrži nivoe aktivnosti (posla), projekta i osnovne organizacije a druge nivoe posla (aktivnosti), funkcionalne organizacijske jedinice i osnovne organizacije. Postoji i treća linija upravljanja koja se odnosi na organizacijske dijelove osnovne organizacije koji nisu sastavni dio matricne strukture.

Postavlja se pitanje na kojoj osnovi konstituirati liniju upravljanja koja ide od nivoa rukovodstva osnovne organizacije, na nivo projekta i nivo aktivnosti. Odgovor treba potražiti sa dva aspekta:

- sistem ciljeva projekta samo je na drugi način izražen dio sistema ciljeva višeprojektnog sistema. Realizacijom projekta realizira se dio sistema ciljeva osnovne organizacije u cijeloj njenoj organizacijskoj strukturi.
- vođenje poslovanja osnovne organizacije odvija se preko upravljanja projektom. Stoga i rukovodstva projekta mogu rukovoditi projektima na svom prenesenih ovlaštenja

nosti (posla). Odgovornost prema rukovodstvu projekta kreće se u granicama ovlaštenja koja je poslovni organ osnovne organizacije prenio na rukovodioca projekta.

6. RADNA ORGANIZACIJA KAO VIŠEPROJEKTNI SISTEM

Da bi se radna organizacija tretirala kao višeprojektni sistem mora biti zadovoljen i jedan ekonomski uvjet. Naime, osnovne organizacije stječu dohodak iz svog ukupnog prihoda koji mogu ostvariti na nekoliko načina prema zakonskim propisima. Jedan od načina stjecanja dohotka osnovne organizacije je kroz udio u zajednički ostvarenom dohotku po osnovi udruživanja rada i sredstava kroz udio u zajedničkom prihodu. To mogu biti prihodi ostvareni prodajom proizvoda ili usluga koje su rezultat zajedničkog rada osnovnih organizacija u sastavu radne organizacije. To znači da radna organizacija proizvodi zajednički jedinstven proizvod, na primjer brod, ili da pruža jedinstvenu i kompletnu uslugu. U tom slučaju u radnoj organizaciji se može odvijati višeprojektni proces.

Matrična struktura radne organi-

zacije sastoji se, također, od projekta i funkcijskih organizacijskih jedinica. Funkcionalne jedinice mogu biti:

- osnovne organizacije udruženog rada
 - dijelovi osnovnih organizacija koji realiziraju projekte
 - zaokružene organizacione cjeline u radnoj zajednici koje izvršavaju poslove pojedinih poslovnih funkcija (komercijala, razvoj itd).
- Sistem ciljeva projekta je izvedena kategorija. To je samo jedan od javnih oblika zajedničkog sistema ciljeva radne organizacije. Zato se korespondencija i usklađivanje ciljeva podsistema funkcionalnih organizacijskih jedinica i projekata jedino može tretirati kao odnos između sistema ciljeva radne organizacije i podsistema ciljeva osnovnih organizacija. Podsistem ciljeva radne zajednice, koja obavlja zajedničke poslove za sve osnovne organizacije, zasniva se na podsistemima ciljeva osnovnih organizacija udruženog rada. U poslovnom smislu sastavni je dio sistema ciljeva radne organizacije. Rukovodstva projekta realiziraju svoje zadatke na osnovu ovlaštenja poslovnog organa radne organizacije. Prema tome u odnosu na funkcionalne organizacijske jedinice stoje u dvojakom položaju.

Prema osnovnim organizacijama imaju funkciju koordinacije koja posebno dolazi do izražaja u slijedećim slučajevima:

- ako projektnu aktivnost izvode dvije ili više osnovnih organizacija ili radnih zajednica
- kod onih aktivnosti kod kojih se rezultat jedne predaje drugoj organizacijskoj jedinici tj. tamo gdje izlaz iz jednog podsistema znači ulaz u drugi podsistem matricne strukture.

Rukovodstva projekta, prema tome, ne može direktno utjecati na regulaciju na prvom upravljačkom nivou tj. na nivou aktivnosti ukoliko se izvodi u osnovnoj organizaciji.

Može se zaključiti da je matricna struktura radne organizacije kao višeprojektnog sistema funkcionalno orjentirana u dijelu u kojem su osnovne organizacije nosioci pojedinih aktivnosti. U dijelu u kojem su nosioci projektnih aktivnosti u radnoj zajednici matricna struktura može biti orjentirana u rasponu od pretežno projektnih do pretežno funkcionalnih utjecaja.

Dualna odgovornost može se javiti jedino kod nosilaca aktivnosti iz radne zajednice. Kod aktivnosti koje se izvode u osnovnoj organizaciji

nema dualne odgovornosti u klasičnom smislu. Naime, odgovornost prema izvođenju aktivnosti realizira se u osnovnoj organizaciji. Postoji odgovornost osnovne organizacije prema drugim osnovnim organizacijama u ostvarivanju zajedničkih usvojenih ciljeva radne organizacije kroz realizaciju projekta.

U radnoj organizaciji kao višeprojektnom sistemu poseban značaj ima timski rad. To je jedini način uspješne realizacije projekta u uvjetima upravljanja u kojima ne postoji princip subordinacije.

7. ZAKLJUČAK

Osnovna načela projektne organizacije moguće je primjeniti na organizacije udruženog rada u kojima se poslovni i proizvodni proces odvija kroz niz projekata. To se prije svega odnosi na pojedinačnu proizvodnju kao što je brodogradnja, građevinarstvo itd. Institucionalni oblici i pravila organiziranja udruženog rada to omogućavaju. Također se može konstatirati da tretman organizacije udruženog rada kao višeprojektnog sistema nije u suprotnosti sa društveno-političkim sistemom. Međutim, to nije cjelovita teorija organiziranja poslovnih sistema sa projektno orijentiranim procesom u udruženom radu, već jedan od mogućih pristupa rješavanju organizacijskih problema. Pozitivan rezultat analize mogućnosti i ograničenja primjene projektne organizacije u proizvodnoj praksi u udruženom radu značajan je zato jer omogućuje primjenu kvalitetnog i raznovrsnog instrumentarija i metoda za upravljanje višeprojektnim sistemom kao što su razne varijante mrežnog planiranja, matematski algoritmi, pravila izgradnje informacijskog sistema itd.

LITERATURA

1. Buble M., 1979, Primjena projek-
tne organizacije u samoupravnim
uvjetima, Zagreb, Informator
2. Bulat V., 1977, Teorija organiza-
cije, Zagreb, Informator
3. Limović M., 1979, Osnovi samou-
pravne organizacije rada, Beograd
Suvremena administracija
4. Hauc A. (redaktor), 1975, Uprav-
ljanje projektima, Zagreb,
Informator
5. M. Pjanović, Poslovodna funkcija
u sistemu udruženog rada,
Direktor broj 6-9, 31, 1981.
6. Škarabot A., 1975, Višeprojektni
sistemi i upravljanje njima,
Zagreb, Fakultet ekonomskih nauka
7. Rusberg K.H., 1974, Multiproject
Managment, Fourth INTERNET
Congress, AFCEP, Paris
8. Vrhovnik D., 1978, Aproch to the
working organization es a multi-
project system with reference to
the organization of ship-repairing,
Sistem and cybernetics in
modern seience and society,
JUREMA, Zagreb
9. M. Živković, Karakteristike pos-
lovodne funkcije u samoupravnoj
organizaciji, Direktor broj 10,
18, 1981.
10. Zakon u udruženom radu, Radničke
novine, Zagreb, 1977.



ADAPTIVNO UPRAVLJANJE PROCESOM REZANJA POMOĆU PROMJENA TEMPERATURA NA POVRŠINI ALATA

Dušan Vukelja, dipl. ing. profesor Mašinskog fakulteta
u Kragujevcu

Anto Mišković, dipl. ing. docent Mašinskog fakulteta u
Mostaru

Generisana toplotna energija, odnosno temperatura rezanja kao izlazni parametar može da posluži za adaptivno upravljanje u toku procesa obrade. Definišući sistem jednačina kojima se opisuje temperaturno polje, pokazana je mogućnost uvođenja adaptivnog upravljanja, odnosno praćenja procesa habanja pomoću temperature rezanja.

1. Uvod

U radu se daje korišćenjem metode konačnih elemenata, proračun prirastaja temperature u temperaturskom polju, pločice alata od tvrdog metala, preko kojih je praćena veličina pohabanosti, kontaktnih površina pločice sa radnim predmetom i strugotinom, pri obradi metala rezanjem.

U vezi s tim, veličina pohabanosti pratila bi se direktno i neprekidno u toku izvođenja procesa rezanja, a da se pri tome ne prekida sam proces rezanja metala.

Dobiveni rezultati mogu da se koriste za adaptivno upravljanje, a u jednostavnijim slučajevima za procenu veličine zatupljenosti alata.

2. Prethodna razmatranja

Već duže vremena radi se na identifikaciji veličine pohabanosti alata u procesu rezanja, a za potrebe uvođenja adaptivnog upravljanja i optimizacije procesa rezanja, u cilju postizanja maksimalnih tehnoeкономskih efekata.

Tako i ovaj prilog predstavlja logičan nastavak ranijih napora datih u [1]. Tu je pokazano, preko većeg broja izvedenih eksperimenata, da se sa povećanjem pohabanosti temperature u temperaturskom polju povećava, dok srednja koja se meri preko prirodnog termopara ostaje približno konstantnom.

Do povećanja temperatura u pločici dolazi usled povećanja kontaktnih površina reznih elemenata pločice

(alata) preko kojih prelaze veće količine toplotne energije u alat u odnosu na oštar alat.

S obzirom da je proces habanja nepovratan proces modeliranje veličine pohabanosti izvršeno je izbacivanjem pojedinih elemenata (onih koji usled habanja nestaju).

3. Proračun temperatura i njihovih priraštaja

Pri proračunu temperatura u temperaturskom polju pločice pomoću metode konačnih elemenata vrši se najpre podela pločice zamišljenim linijama na elemente, sl.1, koji se numerišu. Numerišu se takođe i čvorovi kojima se za potrebe proračuna određuju koordinate. Pri tome oblici elemenata mogu biti različiti [2], tu je data i opširna teorija za primenu metode konačnih elemenata.

Dalje se formira funkcional pomoću jednačine kojom se opisuje prenos toplotne energije i rubnih uslova u vidu:

$$\chi = \iiint_V \left[\frac{1}{2} \lambda \left(\frac{\partial \theta}{\partial x} \right)^2 + \lambda_y \left(\frac{\partial \theta}{\partial y} \right)^2 + \lambda_z \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right)^2 - (q - c \frac{\partial \theta}{\partial t}) - v \frac{\partial \theta}{\partial t} \right] dV + \iint_A q \theta dA + \iint_A \frac{1}{2} \alpha (\theta - \theta_0)^2 dA$$

Polazeći od pretpostavke da je temperatura u elementu linearna funkcija koordinata:

$$\theta = [N_i, N_j, N_k, N_l] \{ \theta \}$$

i minimizacijom funkcionala, te integriranjem i sabiranjem, nalazi se rešenje za temperatursko polje u vidu:

$$\frac{\lambda}{3d} \begin{bmatrix} b_i^2 + c_i^2 & b_i b_j + c_i c_j & b_i b_k + c_i c_k \\ b_j^2 + c_j^2 & b_j b_k + c_j c_k \\ b_k^2 & b_k^2 \end{bmatrix} + \frac{\alpha L}{3} A + \frac{qCA}{3d\tau} \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 1 & \frac{1}{2} \\ 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_i \\ \theta_j \\ \theta_k \end{Bmatrix} =$$

$$= \frac{qA}{3} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + (\alpha - q) B + \frac{qCA}{3d\tau} \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 1 & \frac{1}{2} \\ 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_i \\ \theta_j \\ \theta_k \end{Bmatrix}_\tau$$

(za dvodimenzionalni problem - važi za operaciju odsecanja, proračun za uzdužnu obradu je u toku), pri čemu je:

$$N_i = (a_i + b_i x + c_i y) \frac{1}{2\Delta}$$

$$a_i = x_j y_k - x_k y_j$$

$$b_i = y_j - y_k$$

$$c_i = x_k - x_j$$

$$a_j = x_k y_i - x_i y_k$$

$$a_k = x_i y_j - x_j y_i$$

$$b_j = x_k - x_i$$

$$c_j = x_i - x_k$$

$$b_k = y_i - y_j$$

$$c_k = x_j - x_i$$

α - koeficijent prenosa toplotne energije,

L - dužina stranice,

Δ - površina elementa,

λ - koeficijent toplotnog provodjenja,

τ - vreme.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}; A_{jk} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}; A_{ki} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

$$B_{ij} = [1 \ 1 \ 0]^T; B_{jk} = [0 \ 1 \ 1]^T; B_{ki} = [1 \ 0 \ 1]^T$$

S obzirom da se analizira nestacionarno temperatursko polje priraštaji temperatura proračunavaju se pomoću metode konačnih razlika za koje važi:

$$\theta(\tau + \Delta\tau) = 2\theta(\tau + \frac{\Delta\tau}{2}) - \theta(\tau)$$

Sistem jednačina za element glasi:

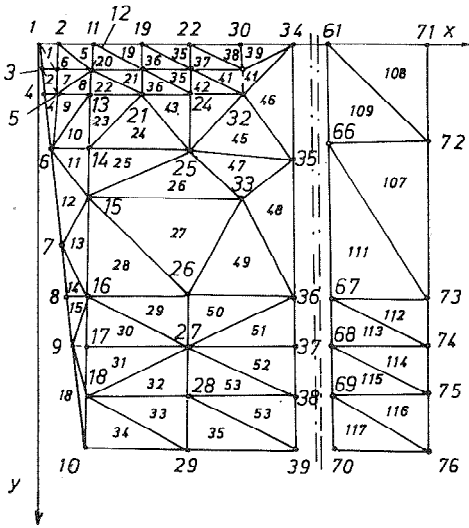
$$(H_e + \frac{2}{\Delta\tau} C_e) \theta_{e\tau, \frac{\Delta\tau}{2}} = P_e + \frac{2}{\Delta\tau} C_e \theta_{e\tau}$$

pri čemu je:

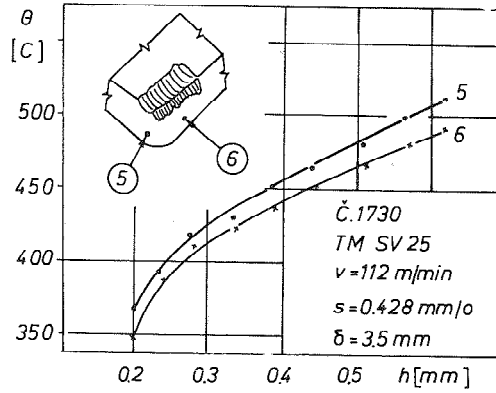
H_e - matrica provodjenja elementa,

θ_e - matrica temperatura u čvorovima elementa,

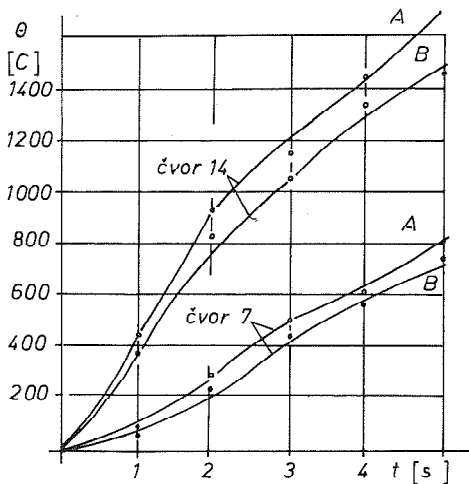
P_e - desna strana sistema jednačina.



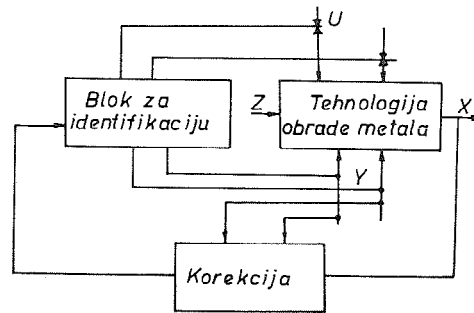
Sl.1. Podjela reznog dijela alata na konačne elemente



Sl.3. Ovisnost postojanosti alata, habanja i temperature rezanja



Sl.2. Priraštaj temperatura u ovisnosti od vremena



Sl.4. Shematski prikaz adaptivnog upravljanja pri obradi metala rezanjem
 Z - spoljašnji poremećaj
 Y - opis sistema
 U - upravljanje
 X - izlazne veličine procesa

Iz slike se vidi da je prirastaj temperatura već u prvoj sekundi veći za 80°C kod pohabanog alata u odnosu na oštri nepohabani (odnosi se na čvor 14).

Kod izvođenja proračuna uzeto je da se toplotna energija dovodi preko stranica 1-2; 2-11; 11-19; 19-22; 22-30; 30-34, i na leđnoj površini preko 1-4; 4-6. Ostala površina pločice posmatra se kao adijabatska.

Za proračun temperatura na pohabanom alatu izbacuju se elementi: 1, 2, 3, 4, 5, 19, 20, 21, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.

Primećeno je da u toku izvođenja proračuna da veličina elementa utiče na tačnost proračuna.

Eksperimentalni rezultati su dati na sl.3, a mogućnost za optimalno upravljanje na sl.4.

Autoru je poznato da su metodu konačnih elemenata u svojim proračunima koristili i drugi istraživači. Tako je u radu [2] dat proračun i analiza toplotnih deformacija alata u procesu rezanja.

U radu [3] dat je proračun temperatura u zoni rezanja gde je posmatran uprošćen stacionaran slučaj.

U radu [4] vršen je međutim proračun pomoću metode konačnih elemenata naprezanja u zoni rezanja.

4. Optimalno upravljanje

Pri upravljanju polazi se od jednačine:

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} - c \rho \frac{\partial \theta}{\partial \tau} - v \frac{\partial \theta}{\partial x} - \sum u_i(\tau)$$

i funkcionala

$$\chi = 2\pi \int_0^{\tau_1} \int_0^1 [\theta(\rho, \tau) - \bar{\theta}(\rho, \tau)]^2 \rho d\rho d\tau$$

pri čemu je:

$\theta(\rho, \tau)$ - zadano temperaturno polje koje odgovara minimalnim troškovima,

$\bar{\theta}(\rho, \tau)$ - realizovano temperaturno polje u reznoj pločici,

$u_i(\tau)$ - funkcija upravljanja.

Ovaj problem se rešava minimizacijom funkcionala u vidu:

$$I = 2\pi \int_0^{\tau_1} \int_0^1 \left\{ [\theta(x, y, z, \tau) - \bar{\theta}(x, y, z, \tau)] + \gamma(x, y, z, \tau) \cdot \left[\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} - \frac{\partial \theta}{\partial \tau} + v \frac{\partial \theta}{\partial x} - \sum u_i(\tau) \right] \right\} dx dy dz d\tau$$

pri čemu je $\gamma(x, y, z, \tau)$ - Langranževov multiplikator.

Rešavanjem se dobiva sledeći sistem jednačina:

$$\frac{\partial^2 \gamma}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \gamma}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \gamma}{\partial z^2} + 2(\theta - \bar{\theta}) - v \frac{\partial \theta}{\partial x} + \sum u_i(\tau) = 0$$

$$\gamma(x, y, z, \tau_0) = 0$$

$$\frac{\partial \gamma}{\partial x} + \lambda \gamma = 0$$

$$\frac{\partial \gamma}{\partial y} - \lambda \gamma = 0$$

5. Zaključak

Na osnovu iznetog daju se ovi zaključci:

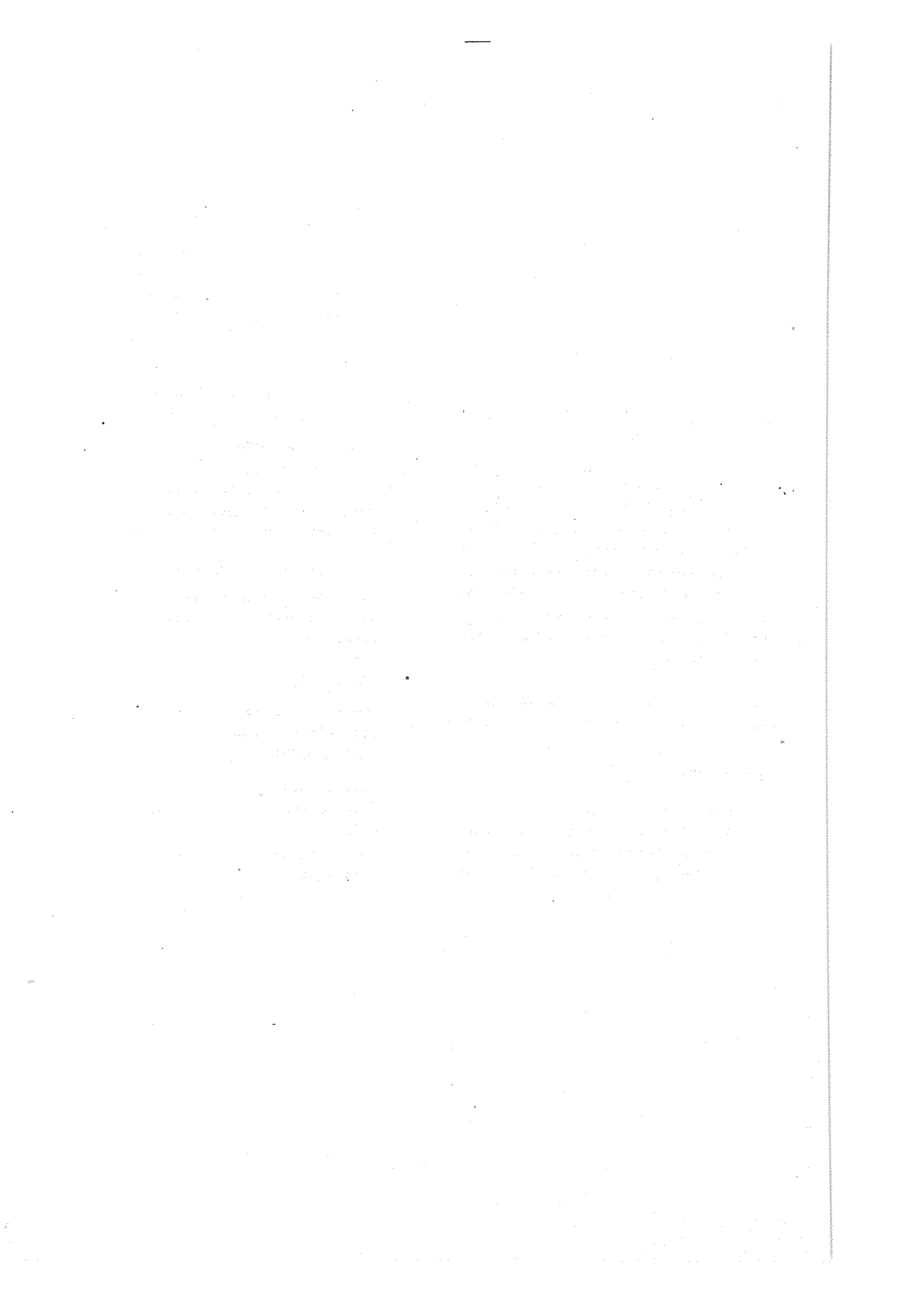
1. Izvršen je proračun priraštaja temperatura u temperaturskom polju pločice od tvrdog metala, a koja nastaje pod uticajem generisane toplotne energije pri obradi metala rezanjem.

2. Na osnovi proračuna proizilazi da se pohabana pločica u odnosu na nepohabanu brže zagreva. Veći su priraštaji što omogućava praćenje veličine pohabanosti merenjem temperature u nekoj tački pločice alata. Svakako da su rezultati tačniji, ako se meri temperatura u tački koja se nalazi u blizini zone rezanja. Ovi rezultati su verifikovani ranije, videti 1.

3. Proračun je izveden za operaciju koja je slična operaciji odsecanja.

Litiratura

- [1] Šolaja V. Vukelja D:
The determination of tool wear via the temperature increments in the process of cutting. CIRP.
- [2] Akiyama T., Kakuchi J., Kishinami T., Saito K.:
Thermal Deformation Analysis of Cutting Tools by the Finite Element Method, Simulation of Thermal Deformation Bull Japan Soc of Prec, Engg. Vol 11 No 3 Sept. 1977.
- [3] Tay A., Stevenson M. De Vahl Davis G., Oxley P.:
A numerical Method for calculating temperature distributions in machining, from force and shear angle measurements, Int. T.Mach. Tool Des. Res Vol 16 pp. 1976.
- [4] Ostafejev V., Panomavenko A.:
Obrabotka točnih otverstij v priborostroenii "Tehnika", Kiev, 1972.
- [5] Zienkiewicz O.C.:
The Finite Element Method in Engineering Science, M Graw-Hill London, 1971.
- [6] Milikić D.:
Nova metoda za mjerenje temperature pri obradi rezanjem i mogućnosti njene tehnološke i senzorske primene, Novi Sad 1979.



PROBLEMI MATEMATIČKOG MODELIRANJA I UPRAVLJANJA MANIPULACIONIM
ROBOTIMA

Vukobratović Miomir

Institut "Mihailo Pupin" , Beograd

U radu je predstavljen koncept deкуплованог upravljanja složenim mehaničkim sistemima, posebno robotima i manipulatorima, i principi sinteze dvoetapnog upravljanja, koji se zasnivaju na tačno formiranim modelima aktivnih mehanizama. Predstavljena je decentralizovana upravljačka šema i uvedeni su upravljački signali, koji pripadaju nominalnim (programskim) režimima, kao i dopunski upravljački signali, koji rešavaju problem stabilizacije poremećenih radnih režima (lokalno i globalno upravljanje). Problem praktične stabilnosti razmatran je na kompletnom sistemu, uzimajući u obzir dinamičko sprezanje medju podsistemima u sklopu kompletnog mehanizma manipulacionog sistema. Takodje je uveden pojam suboptimalnosti decentralizovanog upravljanja, čime su razmatrane različite mogućnosti snižavanja stepena suboptimalnosti, što predstavlja značajno poboljšanje u poredjenju sa konvencionalnim postupcima deкуплованог upravljanja, kada se stvarne medjuveze medju podsistemima u slučaju značajnog dinamičkog medju njima ne uzimaju u obzir.

1. U V O D

Osnovni princip, na kome se zasnivaju upravljački sistemi robota i manipulatora, kao i upravljanje složenim sistemima u opštem slučaju, jeste hijerarhijska struktura. Hijerarhijska organizacija upravljačkih sistema robota i manipulatora je najčešće vertikalna, tako da svaki viši upravljački nivo obrađuje šire aspekte ponašanja sistema, u poredjenju sa nižim [1].

U zavisnosti od tipa robota i složenosti zadatka, za koji je robot namenjen, hijerarhijski upravljački sistemi mogu imati različit broj nivoa [2,3]: najviši (prepoznaje prepreke u radnom prostoru, kao i uslove, u kojima se zadatak izvodi), strateški (koji razdvaja dati zahvat u elementarne delove), taktički (koji sprovodi raspodelu elementarnih delova zahvata na kretanja pojedinih stepeni slobode robota) i aktuatorski nivo (koji realizuje zadato, ili propisano

kretanje pojedinih stepeni slobode). Ovaj rad tretira problem izvodjenja pojedinačnih pokreta, koji su bilo unapred propisani, ili koje propisuje viši upravljački nivoi. Nivoi donošenja odluka su van okvira ovog rada.

Zadatak, koji se postavlja najnižim nivoima upravljanja robotima i manipulatorima, je realizacija nekog određenog funkcionalnog pokreta. Ovaj zadatak se u opštem slučaju može definisati kao zadatak praktične stabilnosti sistema, sa zadatim vremenom smirenja.

Pošto roboti pripadaju klasi složenih mehaničkih sistema, potrebno je ispitati različita rešenja u pogledu upravljanja složenim mehaničkim sistemima, koje nudi teorija sistema. Mehanički nelinearni sistemi imaju više specifičnosti. Roboti, kao aktivni mehanizmi, imaju takodje svoje specifične

mosti, koje se moraju uzeti u obzir prilikom sinteze upravljanja. Ove specifičnosti potiču kako od mehaničkih i strukturnih, tako i od dinamičkih i upravljačkih razloga. Jedna od karakteristika robota je njihova promenljiva struktura (tj. manipulator u toku procesa sklapanja postaje zatvoren kinematički lanac, dok aktivni lokomocioni biped alternativno menja svoju strukturu od otvorene u zatvorenu, i obratno [2,3]). Složeni nelinearni mehanički sistemi, a posebno roboti, predviđeni za industrijsku primenu, pripadaju prema stepenu poznavanja njihovih modela u sisteme, čiji se modeli mogu sastaviti sa dovoljno tačnosti. Međutim, činjenica je, da su modeli nekih mehaničkih sistema a naročito aktivnih mehanizama, vrlo složeni, tako da njihova implementacija za sračunavanje na računaru u realnom vremenu zahteva primenu vrlo snažnih računara, da bi se postiglo vreme uzorkovanja, kompatibilno sa dinamikom sistema.

Da bi se obezbedila sinteza najjednostavnijeg mogućeg upravljanja, njačešće se razmatraju uprošćeni modeli sistema, na osnovi se može sintetizovati jednostavno i jeftino upravljanje. Tako se često posmatra linearizovani model, na osnovi koga se može lako sintetizovati upravljanje, upotrebljavajući rezultate široko razradjene teorije upravljanja linearnim sistemima. Međutim, važenje približnih modela vezano je za ograničene oblasti u prostoru stanja sistema [3].

Da bi se postigla najjednostavnija moguća sinteza upravljanja, pogodno je primeniti decentralizovano upravljanje, tj. usvaja se približni model u obliku skupa dekuplovanih podsistema, pa se za svaki odvojeni podsistem sintetizuje lokalno upravljanje, koje zadovoljava postavljene upravljački zadaci [4,5]. Pomoću takvog približnog modela sistema, sprezanje između pojedinačnih stepeni slobode se praktično zanemaruje, tj. praktično se zanemaruje dinamika samog mehanizma. Međutim, kod nekih tipova robota i manipulatora, uticaj sprezanja može da bude prejak, tako da ako se primeni samo lokalno upravljanje, ponašanje celog sistema može da postane nezado-

voljavajući [6,7]. Naime, ako je zabrana upravljačka struktura takva, da je sistem kontrolabilan sa lokalnim upravljanjem, uvek je moguće sintetizovati lokalno upravljanje, koje će obezbediti stabilnost celog sistema [8]. Slično, kod sistema, koji rade u promenljivim uslovima, ili koji dolaze u dodir sa spoljašnjim predmetima (na pr. manipulatori u operacijama sklapanja), lokalno upravljanje je nedovoljno u opštem slučaju. Naime postoje zadaci, koji su dinamički po svojoj prirodi, tako da se praktična stabilnost sistema može postići samo ako se dinamika kompletnog sistema uzme u obzir.

2. PRINCIPI SINTEZE UPRAVLJANJA ROBOTIMA

Imajući u vidu činjenicu, da su za većinu robota a posebno za manipulatore u industrijskoj praksi radni uslovi poznati unapred i da su funkcionalni zadaci, koje sistem izvodi, ponovljivi u ciklusima, tako da se mogu predvideti, predloženo je da se upravljanje sintetizuje u dve etape [2,6,9]. Na prvoj etapi sinteze upravljanja, sintetizuje se nominalno programsko upravljanje, koje ostvaruje željeno kretanje sistema od nekog izabranog početnog položaja i uz predpostavku, da na sistem ne deluju poremećaji. Sinteza takvog programskog upravljanja vrši se na decentralizovanom modelu sistema. To omogućava da se za sračunavanje na taktičkom nivou može primeniti računar, što nije uključeno u on-line proces upravljanja, tako da vreme računanja nema neku posebnu važnost. Za sračunavanje u realnom vremenu se koristi samo jedan programer sa zapamćenim, ranije sračunatim trajektorijama.

Na drugoj etapi sinteze upravljanja, sintetizuje se upravljanje za praeenje nominalnih trajektorija, kada se početno stanje razlikuje od nominalnih stanja (ali pripada ograničenoj zoni početnih stanja) i kada na sistem deluju poremećaji tipa početnih uslova. Na toj etapi se primenjuje decentralizovano upravljanje. Ponašanje kompletnog, tačnog modela sistema se analizira kada se primeni decentralizovano upravljanje, sintetizovano na osnovi modela dekuplovanog

sistema: ono se analizira, dali je zadovoljena praktična stabilnost sistema i do kog stepena je sintetizovano upravljanje suboptimalno. Pošto se razmatra praktična stabilnost sistema u ograničenoj zoni u prostoru stanja, uvodjenjem programskog upravljanja na prvoj etapi sinteze upravljanja je uticaj sprezanja medju podsistemima smanjen, i postoji veća mogućnost da se sistem stabilije decentralizovanim upravljanjem na drugoj etapi, nego u slučaju, kada bi se primenilo decentralizovano upravljanje bez programskog (nominalnog) upravljanja.

Uvodjenjem povratne sprege u obliku povratne sprege po sili, može se smanjiti destabilišući uticaj sprezanja na stabilnost [6,11], tj. suboptimalnost primenjenog decentralizovanog upravljanja može da se smanji [12,13,14]. Druga mogućnost za uvodjenje petlji globalne povratne sprege je u on-line sračunavanju sila, koje deluju na pojedinačne stepene slobode, prema matematičkom modelu sistema. Medjutim ovo sračunavanje je često vrlo složeno kada se primenjuje tačan model sistema, pa se sprezanje može sračunati upotrebom približnog modela sistema.

3. MATEMATIČKI MODELI AKTIVNIH PROSTORNIH MEHANIZAMA

Matematički model aktivnog prostornog mehanizma S sa n stepeni slobode, u opštem slučaju može se predstaviti sistemom u običnih diferencijalnih jednačina drugog reda, koje predstavljaju jednačine kinetostatičke ravnoteže svih sila i momenata u zglobovima mehanizma [14,15]:

$$S^M: P=H(q)\ddot{q} + h(q,\dot{q}), \quad q(0), \dot{q}(0) \text{ dato} \quad (1)$$

gde je $P \in R^n$ vektor pogonskih momenata, koji deluju u pojedinačnim stepenima slobode, $q \in R^n$ je vektor internih uglova mehanizma, $H: R^n \rightarrow R^{n \times n}$ je inercijalna matrica mehanizma, $h: R^n \times R^n \rightarrow R^n$ je vektor centrifugalnih, Koriolisovih i gravitacionih momenata za ose pojedinačnih zglobova. Ovde se podrazumeva da su svi stepeni slobode mehanizma obrtni, ali u principu se na isti način mogu pisati diferencijalne jednačine za slučaj linearnih zglobova.

Cilj matematičkog modeliranja na di-

gitalnom računaru je:

- (a) sinteza upravljanja za dato kretanje,
- (b) simulacija dinamike mehanizma (integracija diferencijalnih jednačina za dato upravljanje).

U oba slučaja se modeliranje na računaru svodi na sračunavanje matrice H i vektora h za trenutno $q(t), \dot{q}(t)$. Sračunavanje H i h ostvaruje prema posebno za to razvijenom algoritmu [15]. Predpostavimo da su svih n stepeni slobode osnaženo odgovarajućim aktuatorima S^i . Modeli aktuatora se mogu predstaviti u opštem slučaju u obliku nelinearnih sistema. Ograničimo se na specijalan slučaj, koji je najčešći u praksi, kada se aktuatori mogu predstaviti linearnim, vremeski invarijantnim modelima:

$$S^i: \dot{x}^i = A^i x^i + b^i N(u^i) + f^i P_i, \quad x^i(0) \text{ dato}, \quad \forall i \in I \quad (2)$$

gde je $x^i \in R^{n_i}$ vektor koordinata stanja aktuatora S^i , $u^i \in R^1$ je ulaz u aktuatoru S^i , $N(u^i)$ je nelinearnost tipa amplitudnog zasićenja $|N(u^i)| \leq |u^i|$, $A^i \in R^{n_i \times n_i}$, $b^i \in R^{n_i}$, $f^i \in R^{n_i}$; $P_i \in R^1$ je generalisana sila, koja deluje na i-ti stepen slobode, n_i je red i-tog aktuatora.

Model kompletnog sistema S dobija se sjedinjavanjem mehaničkog dela S^M sa modelom aktuatora S^i . Pošto u vektoru x^1 po jedna koordinata odgovara \dot{q}^1 , P u (1) se može izraziti preko vektora stanja sistema kao:

$$P = (I_n - HTF)^{-1} [HT(Ax + BN(u) + h)] \quad (3)$$

gde $T \in R^{n \times n}$, $T = \text{diag}(T^i)$, $T^i \in R^{n_i \times n_i}$, $\dot{q}^1 = T^1 x^1$, $A \in R^{n \times n}$, $A = \text{diag}(A^i)$, $B \in R^{n \times n}$, $B = \text{diag}(b^i)$, $F \in R^{n \times n}$, $F = \text{diag}(f^i)$, $N(u) = (N(u^1), N(u^2), \dots, N(u^n))^1$.

Smenom (3) u (2) i sjedinjavanjem ovih modela, model sistema S dobija se u obliku:

$$S: \dot{x} = \hat{A}(x) + \hat{B}(x)N(u) \quad (4)$$

gde je $\hat{A}: R^n \rightarrow R^n$, $\hat{A}(x) = Ax + F(I_n - HTF)^{-1} [HTAx + h]$, $\hat{B}: R^n \times n$, $\hat{B} = B + F(I_n - HTF)^{-1} HTB$.

4. ETAPA NOMINALNE DINAMIKE

U opštem slučaju se upravljački zadatak može definisati kao zadatak prevodjenja sistema iz bilo kog početnog stanja u odredjenu tačku u prostoru stanja u

toku određenog vremenskog intervala. Početno stanje može najčešće da pripada samo jednoj ograničenoj zoni u prostoru stanja sistema, $X^I \in \mathbb{R}^N$, pa nije neophodno prenositi sistem u tačku, but u jednu ograničenu zonu u prostoru stanja oko željene tačke, $X^F \in \mathbb{R}^N$. Sistem se posmatra na određenom vremenskom intervalu τ i zahteva da se prenos stanja iz zone početnih uslova X^I u zonu X^F u toku određenog vremenskog intervala $\tau_s, \tau_s \leq \tau$. Isto tako se zahteva da u toku prenosa iz zone X^I u zonu X^F stanje sistema pripada određenoj ograničenoj zoni $X^b \in \mathbb{R}^N$.

Prema tome, sistem se smatra praktično stabilnim, ako se obezbedi da za $x(0) \in X^I$ sledi $x(t) \in X^b$ i $x(t) \in X^F$ za $t \in T_s$, gde je $T_s = \{t, t \in (\tau_s, \tau)\}$, pri čemu mora da bude zadovoljeno i $X^I \subset X^b$.

Pošto je usvojena dvoetapna sinteza [2, 7, 10], u ovom Odeljku će se razmatrati prva, dinamička etapa.

Na etapi nominalne dinamike, zadatak sinteze upravljanja je sledeći: treba sintetizovati programsko upravljanje $u^0(t)$, koje treba da prebaci stanje sistema S iz određenog početnog stanja $x^0(0) \in X^I$ u željeno stanje $x^0(\tau_s) \in X^F$ u toku vremenskog intervala $\tau_s \leq \tau$, pri čemu nominalne trajektorije koordinata stanja sistema treba da zadovoljavaju uslove $x^0(t, x^0(0)) \in X^b$ za $t \in T$ i $x^0(t, x^0(0)) \in X^F$ za $t \in T_s$.

Sinteza programskog upravljanja $u^0(t)$ na modelu (3) može se sprovesti uz u-potrebu principa minimizacije nekog izabranog kriterijuma. Međutim, kod klase mehaničkih sistema, kao što su na primer, aktivni mehanizmi, letilice i slično, uslovi optimalnosti rešenja u smislu tačno definisanog kriterijuma se najčešće ni ne postavljaju, tako da da optimalnost nominalnih trajektorija nije čak ni primarnog značaja.

5. MODEL ODSTUPANJA OD NOMINALNIH TRAJEKTORIJA

Na etapi nominalnog režima sintetišu se nominalne trajektorije koordinata stanja sistema $x^0(t, t_0, x^0(t_0))$, $\forall t \in T$ i programski ulazi $u^0(t)$, koji realizuju željene pokrete industrijskog

u idealnom slučaju. Ovde x predstavlja vektor stanja manipulacionog sistema, a u je ulazni vektor. T je vremenski interval, na kome se sistem posmatra, sa $T = \{t, t \in (t_0, t_0 + \tau)\}$, gde je τ konačan vremenski interval. Na etapi poremećenih režima se razmatra model odstupanja koordinata stanja $x(t, t_0, x(t))$ od $x^0(t)$.

Model odstupanja od nominalnog režima za mehanički deo sistema dat je u obliku [7]:

$$S^M: \Delta P = H(t, \Delta q) + h(t, \Delta q, \Delta \dot{q}) \quad (5)$$

gde je $\Delta p(t) = P(t) - P^0(t)$ odstupanje pogonskih momenata u mehaničkim zglobovima od nominalnih vrednosti, $\Delta q(t) = q(t) - q^0(t)$ je odstupanje uglova mehanizma od njihovih nominalnih vrednosti, $H(t, \Delta q)$ je $n \times n$ matrica, i $h(t, \Delta q, \Delta \dot{q})$ je vektor $n \times 1$.

Aktuatori S^i u obliku jednosmernih servomotora pridruženi su svakom stepenu slobode mehaničkog dela sistema S^M . Model odstupanja od nominalne trajektorije za aktuator S^i dat je kao:

$$S^i: \Delta x^i = A^i \Delta x^i + b^i N(\Delta u^i) + f^i \Delta P_i, \quad i \in I \quad (6)$$

gde je $\Delta x^i(t) = x^i(t) - x^{i0}(t)$ odstupanje aktuatorskog podsistema tj. njegovog vektora stanja od nominalne trajektorije, $\Delta u^i(t) = u^i(t) - u^{i0}(t)$ je odstupanje upravljačkog ulaza od nominalne vrednosti, $N(t, \Delta u^i)$ predstavlja nelinearnost tipa amplitudnog zasićenja, $N(\Delta u^i) / \Delta u^i = u^i - \max u^{i0}(t)$, gde je u^i amplitudno ograničenje na ulaz jednosmernog motora, $\Delta P^T = (\Delta P_1, \Delta P_2, \dots, \Delta P_n)$ ΔP_i je $n_i \times n_i$ matrica, b^i, f^i au n_i vektori. Ovde je $n_i = 3$, $i \in I$ je dimenzija modela aktuatora, $x^i = (q^i, \dot{q}^i, i_R^i)$, i_R^i je struja rotora elektromotora.

Red celog sistema dat je sa:

$$N = \sum_{i=1}^n n_i \quad (7)$$

Model sistema dat je jednačinama (5) i (6) i dekoplovan je na n podsistema S^i , koji odgovaraju pojedinim aktuatorima. Sprezanje među podsystemima dato je sa (5). Pošto je $x^i = (q^i, \dot{q}^i, i_R^i)^T$ iz j-ne (6) se može sračunati ubrzanje \ddot{q} i tako se sprezanje među podsystemima dobija u obliku:

$$\Delta P = (I_n - H(t, \Delta q) T F)^{-1} H(t, \Delta q) T A \Delta x + h(t, \Delta q, \Delta \dot{q}) \quad (8)$$

gde je T matrica transformacije, $T = \text{diag} T_i$ reda $n \times n$, $T_i = (0, 1, 0)$, F je matrica $N \times n$, $F = \text{diag} F_i^1$, $A: R^{n \times n}$, i $A = \text{diag} A^i$. Sada, pošto je sistem dekoplovan na n pod sistema, decentralizovano upravljanje se može primeniti na etapi poremećenih režima [6, 13].

6. SINTEZA DECENTRALIZOVANOG UPRAVLJANJA

Posmatraće se sledeći upravljački zadatak: upravljanje treba da obezbedi da za sve početne uslove, koji pripadaju ograničenoj oblasti X^L prostora stanja $X^L \subset R^N$ oko nominalnih uslova $x^0(t_0) \in X^L$, izvodi se prenos stanja $x(t)$ u ograničenu oblast X^R oko $x^0(t_0 + T)$, $x^0(t_0 + T) \in X^R$, u toku konačnog vremenskog intervala T , tj. za $\Delta x(t_0) \in X^L - x^0(t_0)$, $\Delta x(t) \in X^R - x^0(t_0 + T)$, $\Delta x(t) \in X^R - x^0(t_0 + T)$, $\forall t \in T$, gde $T_S = \{t, t_0 + T_S, t_0 + T\}$. Isto tako se zahteva da u toku prenosa stanja iz X^L u X^R , stanje bude ograničeno na ograničenu oblast X^L oko nominalne trajektorije $x^0(t)$, $\forall t \in T$, tako da $\Delta x(t) \in X^L - x^0(t)$, $\forall t \in T$. Kao što je već rečeno, da bi se rešio gornji upravljački zadatak, može se primeniti decentralizovano upravljanje. Upravljanje će se primeniti u obliku:

$$\Delta u^i(t) = \Delta u_i^L(t) + \Delta u_i^G(t) \quad (9)$$

gde se Δu_i^L bira kao lokalno upravljanje za stabilizaciju slobodnih pod sistema S^i (slobodne od kuplovanja ΔP), a Δu_i^G se bira kao zakon globalnog upravljanja, koji vodi računa o stabilnosti složenog sistema S .

6.1 Lokalno upravljanje.

Pri sintezi lokalnog upravljanja posmatra se slobodni pod sistem:

$$S^i: \Delta \dot{x}^i = A^i \Delta x^i + b^i N(t, u_i^L), \Delta x^i(0) \text{ dato} \quad (10)$$

Predpostavimo da se na ovoj etapi sinteze upravljanja treba da minimizira sledeći standardni kvadratni kriterijum:

$$J(\Delta x(0)), u = \int_0^T e^{2\mathcal{K}t} (\Delta x^T Q \Delta x + u R u) dt \quad (11)$$

Matrice Q i R i broj \mathcal{K} treba izabrati tako, da se praćenje $x^0(t)$, $u^0(t)$ realizuje na željeni način tokom konačnog vremenskog intervala T .

Ako se kriterijum (11) minimizira uz ograničenje (10), sinteza lokalnog

upravljanja se svodi na minimizaciju kriterijuma:

$$J(\Delta x^i(0), u_i^L(t)) = \int_0^T e^{2\mathcal{K}t} \Delta x^i T Q_i \Delta x^i + u_i^L R_i u_i^L dt \quad (12)$$

za svaki pod sistem S^i (10) posebno i $J = \sum_{i=1}^n J_i$ za ceo sistem.

Iz teorije optimalnih sistema je poznato da optimalno upravljanje (11) sa ograničenjem (10) može da se predstavi u obliku:

$$u_i^L(t) = -r_i^{-1} b^i T K_i \Delta x^i(t) \quad (13)$$

gde je K_i simetrična, pozitivna, definitna matrica, koja je rešenje algenarske jednačine Rikati. Tako pod sistem (10) sa izabranom povratnom spregom postaje eksponencijalno stabilan oko $x^0(t)$, $u^0(t)$, sa stepenom stabilnosti .

Lokalno upravljanje (13) ne uzima u obzir dinamiku celog sistema, tj. mehaničkog dela sistema S^M . Ako se sada posmatra odziv celog sistema kada se primeni upravljanje (13), javlja se dva problema:

- (a) problem globalne stabilnosti sistema,
- (b) problem "suboptimalnosti" upravljanja (13) uz kriterijum (11).

6.2. Stabilnost sistema

Potrebno je ispitati da li je ukupan sistem S praktično stabilan. Međutim na etapi poremećaja $\Delta x(t) = 0$ predstavljaju ravnotežnu tačku (usled nominalnog, ili programskog upravljanja), tako da se praktična stabilnost može ispitati na sledeći način: prvo se ispita asimptotska stabilnost sistema oko nominalne trajektorije, a zatim se proverava da li su ispunjeni uslovi praktične stabilnosti. Usled ograničene oblasti, u kojoj je dekoplovan sistem eksponencijalno stabilan, na kraju se dobijaju uslovi praktične stabilnosti sistema S oko $x^0(t)$ sa lokalnim upravljanjem (13). Da bi se prevazišao destabilišući utical kuplovanja izmedju pod sistema, moguća su dva pristupa. Prvi se sastoji u biranju "jačeg" lokalnog upravljanja propisivanjem većeg stepena stabilnosti \mathcal{K} u kriterijumu (11), ili promeniti težinske matrice Q_i i R_i na odgovarajući način. U stvari, na takav način se

bira novo lokalno upravljanje u_i^L .

6.3. Globalno upravljanje

Drugi način za obezbedjenje stabilnosti celog sistema je preko uvodjenja globalne povratne sprege IPI. Ako neko izabrano lokalno upravljanje pokaže da je utical sprezanja prejak tako da se asimptotska stabilnost celog sistema ne može garantovati, uvodi se globalno upravljanje u_i^G , koje treba da smanji utical sprezanja na stabilnost sistema. Globalno upravljanje se može predstaviti u obliku:

$$u_i^G = K_i^G \phi_i(t, \Delta x) \quad (14)$$

gde je K_i^G globalno pojačanje, a ϕ_i je funkcija t i Δx , koje se bira pomoću fizičkih karakteristika sistema.

6.4. Suboptimalnost deкупlovanog upravljanja

Uvodjenjem globalnog upravljanja u sintezi se vodi više računa o stvarnoj dinamici sistema, tako da eventualno može da se smanji suboptimalnost decentralizovanog upravljanja. Tako, ako su ispunjeni uslovi praktične stabilnosti oko nominalne trajektorije, mora se ispitati suboptimalnost decentralizovanog upravljanja (13), kada se isto primeni na spregnut sistem S, tj. treba odrediti do kog stepena treba povećati vrednost kriterijuma (11) kada se primeni decentralizovano upravljanje (13) na spregnuti sistem S. Jasno je da, kada se primeni upravljanje (13) na (10), vrednost kriterijuma (11) će se razlikovati od $J_i^* = J_i^*$, gde je J_i^* optimalna vrednost kriterijuma (12).

LITERATURA

- [1] Medvedov, Leskov, Juščenko, Upravljački sistemi manipulacionih robota (na ruskom), "Nauka", Moskva 78.
- [2] Vukobratović M., Stokić D., Dinamičko upravljanje manipulatorima, monografija, Inst. "M. Pupin", 1979.
- [3] Vukobratović M., Cvetković V., Stokić D., Dinamika leta i njena primena, monografija, Inst. "Mihailo Pupin", 1980.
- [4] Sandell N.R., i dr., "Pregled metoda decentralizovanog upravljanja velikim sistemima", (na engleskom), Trans. IEEE AC-23, 1978.
- [5] Šiljak D.D., Veliki dinamički sistemi: stabilnost i struktura, (na engleskom), North-Holland, 1978.
- [6] Upravljački uprošćeni postupak za jako spregnute nelinearne velike sisteme (na ruskom), Automatica i telemehanika, br.11, 1978.
- [7] Vukobratović M., Stokić D., "Prilog deкупlovanom upravljanju velikih mehaničkih sistema", (na engleskom), Automatica, Jan. 1980.
- [8] Davison E.J., "Ročusno decentralizovano upravljanje opšteg problema servomehanizama", (na engleskom), IEEE Trans. AC-21, 1976.
- [9] Vukobratović M., Nožni lokomociorni roboti i antropomorfni mehanizmi, monografija (na ruskom), "Mir", Moskva, 1976.
- [10] Vukobratović M., Stokić D., Hristić D., "Algoritamsko upravljanje antropomorfnim manipulatorima", (na ruskom), Izvestija ANSSSR, Tehnička kibernetika, Br.3, 1976.
- [11] Vukobratović M., Stokić D., "Prilog deкупlovanom upravljanju velikim mehaničkim sistemima", Zbor. XXII konf. ETAN, Zadar, 1978.
- [12] Vukobratović M., Stokić D., "Uloga povratne sprege po silama kod suboptimalnog upravljanja velikim mehaničkim sistemima", Zborn. XXIII konf. ETAN, Maribor, 1979.
- [13] Vukobratović M., Stokić D., "Izbor zakona deкупlovanog upravljanja velikim mehaničkim sistemima", (na engleskom), Zborn. II Simp. o velikim sistemima, Tuluza, 1980.
- [14] Vukobratović M., Stepanenko J., "Matematički modeli opštih antropomorfnih sistema", Math. Bisc., (na engleskom), Vol.17, 1973.
- [15] Vukobratović M., "Računarski metod za matematičko modeliranje aktivnih kinematičkih lanaca preko generalisanih koordinata", (na engleskom), Journ. IFToMM Mech. & Machine Th., Vol.13, Br.1, 1978.

PRILOG KOMPJUTERSKOM KONSTRUISANJU ROBOTA I MANIPULATORA

Vukobratović Miomir*, Potkonjak Veljko**, Hristić Dragan*

*Institut "Mihailo Pupin", Beograd

**Elektrotehnički fakultet, Beograd

U radu je opisana dinamička metoda za ocenu i izbor industrijskih manipulatora. Metoda se zasniva na kompjuterskom algoritmu za sastavljanje matematičkih modela aktivnih mehanizama i algoritmu za simulaciju njihove dinamike. Ova metoda omogućava širu primenu kompjutera i za konstruisanje industrijskih manipulatora. Prikazan je i numerički primer.

1. UVOD

Kompjuterske metode za sastavljanje matematičkih modela aktivnih mehanizama [1, 2, 3, 4, 5, 6] i odgovarajući algoritmi za simulaciju dinamike manipulatora [7] omogućili su širu primenu kompjutera za konstruisanje industrijskih manipulatora. Sračunavanje svih potrebnih dinamičkih karakteristika različitih konfiguracija manipulatora i za različite manipulacione zadatke omogućeno je prostom izmenom ulaznih podataka algoritma. Ovo omogućava, sa svoje strane, izbor takvih konfiguracija i parametara manipulatora, koji su optimalni za određenu primenu.

Ovakvi postupci postaju još korisniji, ako se kombinuju sa određenim kriterijumom, kada daju tzv. dinamičku metodu za evaluaciju i izbor industrijskih manipulatora. Osnovne ideje ove metode date su u [7]. Pored daljeg razvoja ove metode, ovde će se prikazati neki numerički rezultati, dobijeni njenom primenom.

2. ALGORITAM ZA SIMULACIJU DINAMIKE MANIPULATORA

Treba odmah istaći da ovaj algoritam radi automatski, tj. da je pripremljen programski paket za proizvoljnu konfiguraciju manipulatora. Sledi da su konfiguracija manipulatora i manipulacioni zadatak ulazni podaci.

U praktičnoj primeni se manipulacioni zadatak daje u vidu vremenskih funkcija nekih "spoljnjih koordinata". Na primer, manipulacioni zadatak se može dati preko zakona kretanja vrha manipulatora i promene orijentacije poslednjeg segmenta (hvataljke).

Pošto se u metodama za sastavljanje matematičkih modela pretežno koriste generalisane koordinate, simulacioni algoritam treba da izvrši i prelaz sa spoljnih na generalisane (unutrašnje) koordinate.

Posmatrajmo manipulator sa 6 stepeni slobode (s.s.), koliko je potrebno da se potpuno odrede brzina vrha manipulatora v i ugaona brzina ω poslednjeg segmenta. Pošto se trajektorija, orijentacija i brzine propisuju, smatra se i da su početni položaj, zakon ubrzanja vrha $\ddot{w}(t)$ i ugaonog ubrzanja poslednjeg segmenta $\ddot{\epsilon}(t)$ propisani.

Podelimo vremenski interval kretanja u k podintervala Δt i propišimo početno stanje (n - dimenzionalni vektor generalisanih koordinata q i generalisanih brzina \dot{q}).

Pomoću rekurentnih formula za ubrzanje težišta segmenata mehanizma i ugaona ubrzanja istih, može se doći do postupka za sračunavanje matrice Ω , θ , Γ , ϕ takvih [3, 4] da su:

$$w = \Omega \ddot{q} + \theta ; \quad \epsilon = \Gamma \ddot{q} + \phi \quad (1)$$

ili

$$\begin{bmatrix} w \\ \epsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Omega \\ \Gamma \end{bmatrix} \ddot{q} + \begin{bmatrix} \theta \\ \phi \end{bmatrix} \quad (2)$$

gde su w i ϵ matrice 3×1 , koje odgovaraju vektorima \vec{w} i $\vec{\epsilon}$. Postupak sračunava matrice u trenutku vremena t^* kada je stanje (q, \dot{q}) poznato.

$$X^a = \begin{bmatrix} w \\ \epsilon \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} \Omega \\ \Gamma \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} \theta \\ \phi \end{bmatrix} \quad (2a)$$

Sada se generalisana ubrzanja dobijaju iz (2):

$$\ddot{q} = B^{-1}(X^a - A) \quad (3)$$

Sa poznatim vrednostima q, \dot{q}, \ddot{q} u nekom trenutku vremena, mogu se sračunati pogonske sile i momenti u zglobovima, potrebni za realizaciju ovog kretanja. To se odnosi na algoritam za automatsko sastavljanje matematičkog modela mehanizma. Tačne dinamičke jednačine sistema (manipulatora) formiraju se za jedan vremenski trenutak t^* , kao što sledi:

$$W\ddot{q} = P + U \quad (4)$$

gde je P 6-todimenzionalni vektor pogonskih sila i momenata, a matrice W i U zavise samo od q i \dot{q} . Subalgoritam za formiranje sistema (4), tj. sračunavanje matrica W i U, upotrebljen u programskom paketu, razradjen je na osnovu Apelovih jednačina [4].

Dalje, iz (4) se dobijaju pogoni:

$$P = W\ddot{q} - U \quad (5)$$

Znači, postupak počinje u početnom vremenskom trenutku t_0 , kada je stanje q, \dot{q} poznato. Pogonske sile i momenti P se dobijaju na opisani način. Zatim se integracija obavlja na podintervalu Δt i dobija stanje u trenutku ($t_0 + \Delta t$). Posle toga se postupak ponavlja.

Integracija na podintervalu Δt se vrši na takav način, da se generalisana ubrzanja smatraju konstantnim na podintervalu Δt , tj.:

$$q(t^* + \Delta t) = \frac{1}{2}\ddot{q}(t^*)\Delta t^2 + \dot{q}(t^*)\Delta t + q(t^*); \quad (6)$$

$$\dot{q}(t^* + \Delta t) = \ddot{q}(t^*)\Delta t + \dot{q}(t^*)$$

ili, na takav način, da sistem (4) može da se napiše kao:

$$\begin{aligned} \dot{q} &= u \\ \ddot{u} &= W^{-1}(P + U) \end{aligned} \quad (7)$$

a posle toga se primenjuje metoda za sračunavanje W, U, kombinovana sa nekom od metoda za numeričku integraciju (na pr. Runge-Kutta). Integracija preko (6) zahteva osetno manje vremena, pa stoga i kraći podinterval Δt .

Na osnovi opštih teorema dinamike sistema, i to teorema promene količine kretanja i kretanja težišta, razvijen je subalgoritam, koji sračunava sile reakcije u zglobovima i naprezanja u segmentima mehanizma za svaki trenutak vremena. Na taj način se vrednosti sile reakcije i naprezanja dobijaju kao izlazne vrednosti za niz vremenskih trenutaka.

U celini se algoritam za simulaciju dinamike manipulatora može predstaviti u vidu blok-dijagrama, datog na Sl. 1.

Kao jedan od izlaza ovog algoritma dobijaju se i dijagrami: obrtni moment - broj obrtaja motora, za svaki motor. Ovi dijagrami su vrlo korisni za izbor električnih pogonskih servomotora, jer se u tehničkim podacima proizvođača obično daju baš te zavisnosti.

3. OSNOVA METODE ZA IZBOR MANIPULATORA

Gore opisani algoritam za tačnu simulaciju dinamike manipulatora omogućio je razvoj kriterijuma za ocenu i upoređenje manipulatora, kao i za određivanje njegovih optimalnih parametara. Ovakvi kriterijumi su korisni za konstruisanje i izbor manipulatora.

Pošto je uglavnom svaki manipulator konstruisan za širu klasu zadataka, u cilju ispitivanja je definisan niz probnih zadataka, koji odgovaraju predviđenim primenama. Usled nedostatka prostora će se u datom primeru obraditi jedan jednostavan probni zadatak.

Sa gledišta efikasnosti upotrebe manipulatora, mogu se razlikovati dva stanovišta: povećanje brzine rada, i smanjivanje utroška energije. Stoga se uvode tri kriterijuma za ocenu i optimizaciju manipulatora:

- Brzinski kriterijum (ili vremenski kriterijum). Vršiti se minimizacija vremena T za izvođenje zadatka, tj. ocena se sprovodi na osnovi najveće brzine ili najmanjeg vremena za izvršenje zadatka.
- Kriterijum utroška energije. Ocena se vrši na osnovi utrošene energije E za neki zadatak, tj. sprovodi se minimizacija potrošnje energije.
- Kombinovani kriterijum. Ovaj kriterijum, koji predstavlja usrednjavanje prethodna dva, detaljnije će se prodiskutovati kasnije.

Postupak optimizacije se svodi na minimizaciju ili maksimizaciju odgovarajućih kriterijuma, uz zadovoljavanje posebnih ograničenja:

- Ograničenje dohvatljivosti, tj. sposobnost manipulatora da može (geometrijski) da izvrši postavljene zadatke.
- Ograničenje izdržljivosti, tj. uslov da naprezanja u pojedinim segmentima manipulatora ne predju određene vrednosti.
- Ograničenje pogona, tj. uslov da potrebne vrednosti pogonskih sila i momenata ne predju vrednosti, koje mogu da daju izabrani motori.
- Ograničenje elastičnih deformacija.

Postupak optimizacije opisać će se u primeru. Na taj način se dobijaju optimalni profili brzina, potrošnje energije optimalnog manipulatora. Kod većih i težih manipulatora smanjenje potrošnje energije postignuto na ovaj način može da bude značajno.

KOMBINOVANI KRITERIJUM. Svakako je najzgodnije definisati kombinovani kriterijum na bazi brzine i energije, u kojima se pojedino učešće obe performanse može otežnjavati po želji. Nazovimo takav kriterijum "efikasnost"; vrši se maksimizacija ove efikasnosti.

Označimo vremenski interval za izvršenje zadatka sa T a utrošenu energiju sa E. Neka $t = 1/T$ i $e = 1/E$.

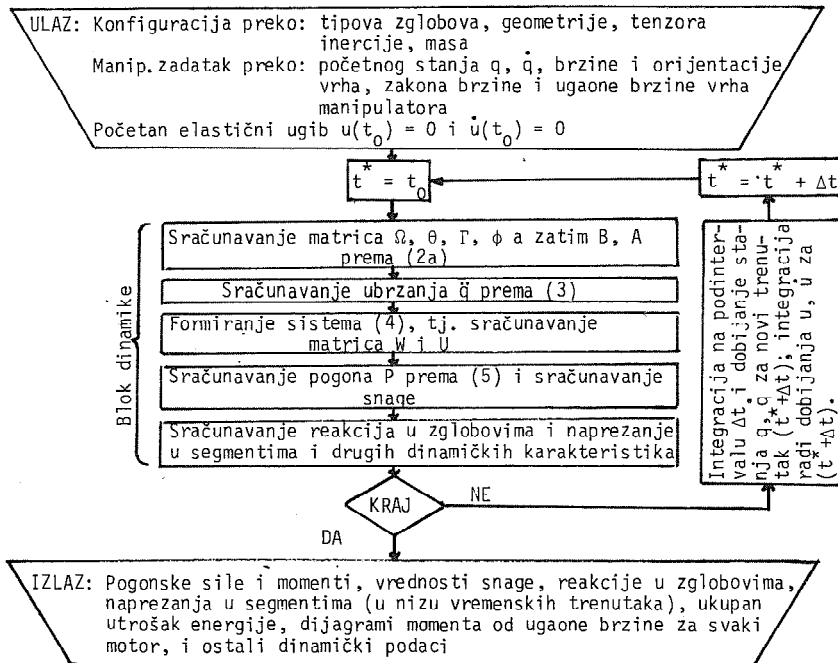
Neka su pored toga: T_0 najveće dopušteno, a T_1 najkraće dopušteno vreme, koje zadovoljava sve zahteve zadatka. Na sličan način, neka je E_0 najveća energija, a E_1 najmanja.

Na Sl. 2. dati su dijagrami "vrednovanja" po vremenu i energiji.

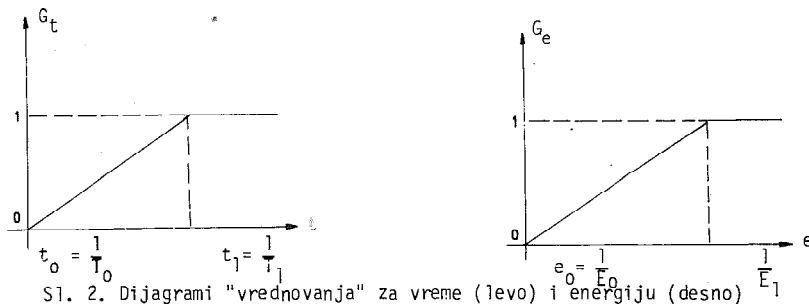
Ukupno vrednovanje manipulatora, tj. "efikasnost" istog, dobija se usrednjavanjem funkcija G_t i G_e :

$$G = (w_t G_t^r + w_e G_e^r)^{1/r} \quad (8)$$

gde su w_t i w_e težinski faktori, tj. $w_t + w_e = 1$, što se može tako varirati, da se vremenu



Sl. 1. Blok dijagram algoritma za simulaciju dinamike



Sl. 2. Dijagrami "vrednovanja" za vreme (levo) i energiju (desno)

(brzini) ili energiji daje željeni značaj; r je pri tome faktor usrednjavanja.

ELASTICNI EFEKTI. Značaj ovih pojava zahteva da budu spomenute na ovom mestu. Medjutim raspoloživi prostor ne dozvoljava da se o njima kaže nešto više u ovom članku. Detaljnije su ove pojave obradjene su u [8, 9].

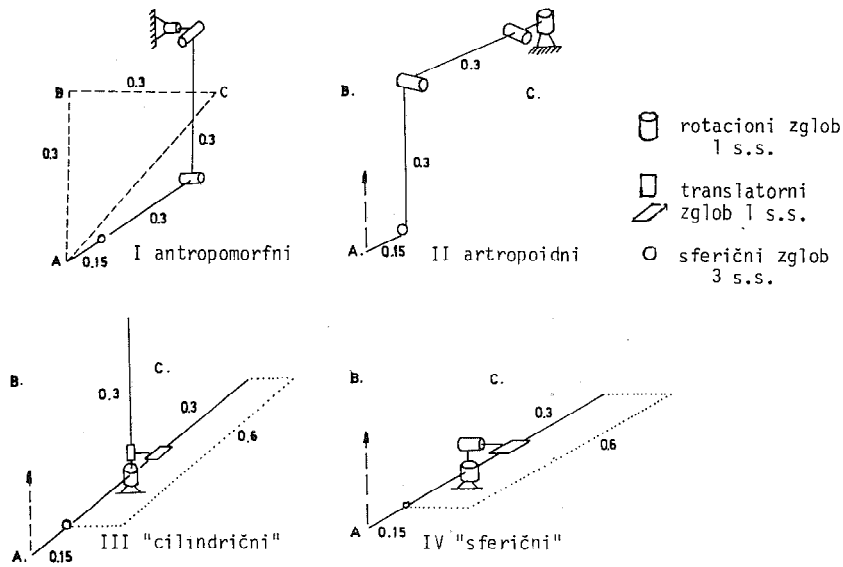
4. PRIMER

Četiri najčešće kinematičke šeme manipulatora sa 6 s.s. su razmatrane. Ove šeme, zajedno sa usvojenim dužinama segmenata (u metrima) i sa trajektorijom probnog zadatka (ABC), date su na Sl. 3.

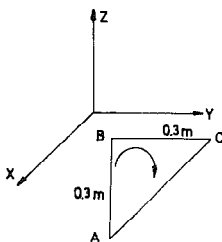
Manipulatori se kreću duž probne trajektorije

ABCA, date i na Sl. 4; polazeći od početnog položaja ($t.A$), poslednji segment se kreće duž navedene trajektorije, održavajući stalno svoju početnu orijentaciju. Početni položaj svih konfiguracija dat je na Sl. 3.

Poslednji segment svih konfiguracija manipulatora nosi radni komad težine 5 kg, a profil brzine vrha manipulatora usvojen je kao trouglast. Za pogonske motore zglobova manipulatora izabrani su jednosmerni servomotori INDOX tip 2315-P20. Stepen redukcije je 100 za obrtne, i 500 za translatorne zglobove. Materijal segmenata je laka legura AlMg3. Segmenti manipulatora usvojeni su u obliku cevi unutrašnjeg prečnika r i spoljnog R , konstantnog odnosa $r/R = 0,75$.



Sl. 3. Najčešće kinematičke šeme industrijskih manipulatora



Sl. 4. Usvojena trajektorija vrha manipulatora

Prvo je izvršena optimizacija po brzinskom kriterijumu. U cilju uprošćenja i da se izbegne diskusija o dohvatljivosti, koja predstavlja poseban problem, u ovom primeru su dužine članova ostavljene stalnim, a optimizacija vršena samo po parametru R ($r/R=0,75$), tj. odabirano je takvo R , koje bi omogućavalo najmanje vreme za izvršenje zadatka. Optimizacioni postupak za neku određenu kinematičku šemu sastoji se u sledećem: sprovodi se niz simulacija sa odabranim R , a smanjujući sukcesivno T sve dok ograničenje (III) tj. ograničenje pogona ne bude naručeno. Tako se dobija najmanje vreme $T_{min}(R)$ za neko određeno R . Sada se R smanjuje i postupak ponavlja. To se nastavlja, dok se ograničenje izdržljivosti (II) ili ograničenje deformacija (IV) ne naruši za neko određeno T . To je opet optimum sa odgovarajućim koordinatama $(R_{opt}^T, T_{min}^{abs})$, tj. apsolutni minimum vremena. Prvo se sprovodi analiza bez ograničenja po

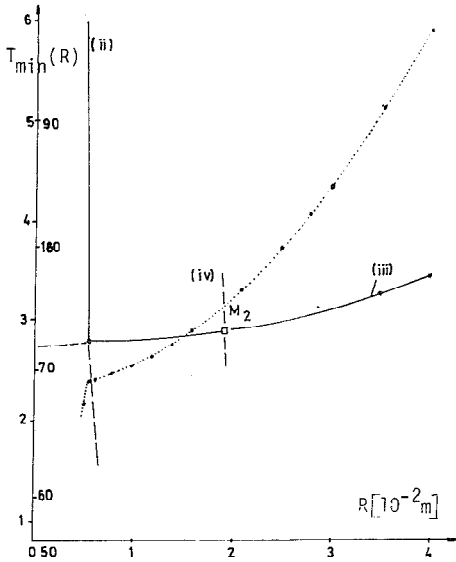
elastičnim deformacijama i dobija tačka M_1 (označena kružićem na Sl. 5). Sada, ako želimo da i dalje smanjujemo R , moramo povećati T . Tako se optimum nalazi u preseku ograničenja izdržljivosti (II) i ograničenja pogona (III). Zatim se uvodi ograničenje elastičnih deformacija i dobija minimum u tački M_2 (kvadratić na Sl. 5). Linearni ugib vrha manipulatora ograničava se na $0,001$ m.

Sl. 5. predstavlja krivu $T_{min}(R)$ i prikazuje ograničenja izdržljivosti (II) i pogona (III), kao i ograničenje elastičnih deformacija (IV).

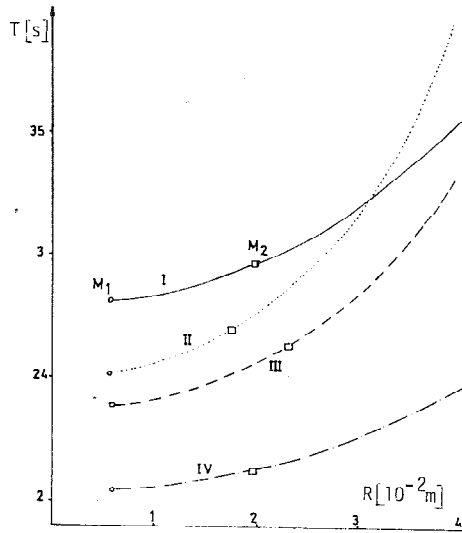
Sl. 6. prikazuje krive $T_{min}(r)$ za različite kinematičke šeme I, II, III, IV sa Sl. 3, i to samo deo (III) od tačke M_1 , označene kružićem. Primetno najbolja karakteristika šeme IV jeste usled činjenice, da se kod sferičnog manipulatora postiže dobra kompenzacija težine radnog komada oko obrtne ose drugog zgloba.

Dijagrami $P - n$, odn. pogonskih momenata u zavisnosti od ugaone brzine (broja obrtaja) su jedan od značajnih rezultat ove simulacije. Za uradjeni primer usvojeno je bilo $R = 0,021$ m, a simulacija je vršena za različito T .

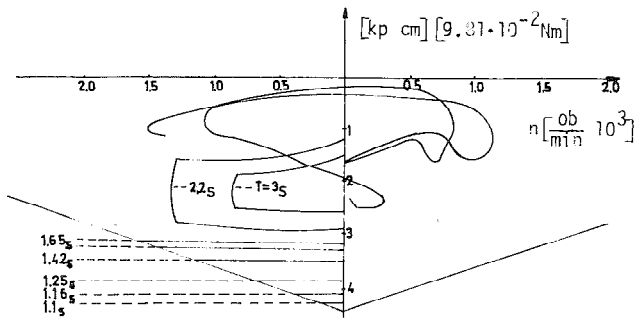
$P - n$ dijagram motora u zglobu 3 dat je na Sl. 7. Prave linije su karakteristika motora iz kataloga. Ove karakteristike predstavljaju ograničenje pogona (III). Dijagrami $P - n$ mora da leže unutar dozvoljenog opsega. Vidi se da ako se vreme T smanji, ili brzina poveća, dijagrami se šire; tako, za $T=3,0$ i $2,2$ sek se svi dijagrami nalaze unutar dozvoljenog opsega. Za $T=1,65$ sek, dijagram izlazi van opsega, što znači da je ograničenje (III) narušeno, pa algoritam javlja da se takva brzina ne može postići sa izabranim motorima.



Sl. 5. Zavisnost $T_{\min}(R)$



Sl. 6. Zavisnosti T_{\min} za različite konfiguracije



Sl. 7. P - n dijagram zgloba 3

LITERATURA

- [1] Vukobratović M., Stepanenko Ju., "Matematički modeli opštih antropomorfnih sistema", (na engl.), Math.Biosc.Vol. 17, 1973.
- [2] Vukobratović M., Nožni lokomociono roboti i antropomorfnih mehanizmi, monografija (na engl.), Inst. "M.Pupin", Bgd., 1975.
- [3] Vukobratović M., Potkonjak V., "Prilog formiranju kompjuterskih metoda za automatsko modeliranje kretanja aktivnih prostornih mehanizama", (na engl.) Journ. Mechanisms and Machine Th., Vol. 14, 3, 1979.
- [4] Potkonjak V., Vukobratović M., "Dve nove metode za kompjutersko sastavljanje dinamičkih jednačina aktivnih mehanizama", Journ.Mech.Mach.Th., Vol.14, 3, 1979.
- [5] Vukobratović M., Potkonjak V., "Prilog kompjuterskom sastavljanju modela aktivnih lanaca pomoću Lagranževih jednačina II vrste", (na engl.), Journ. Applied Mechanics, Vol 46, mart 1979.
- [6] Popov C.P., et al., "Sinteza upravljanja robotima pomoću dinamičkih modela manipulatora", (na ruskom), Zbornik radova VII IFAC simp. o autom. upr. u kosmosu, Erevan, SSSR, 1974.
- [7] Vukobratović M., Potkonjak V., Hristić D., "Dinamička metoda za izbor i ocenu industrijskih manipulatora", Zbornik 9. Medjunarodni simp. o ind. robotima, (na engl.), Vašington, 1979.
- [8] Potkonjak V., Vukobratović M., "Kompjuterska metoda za dinamičko modeliranje manipulatora sa elastičnim svojstvima", (na engl.), Journ. Mechanism and Machine Th., No 3, 1981.

ne energije, dok pri promjeni dubine brušenja na 1 mm, a brzine pomjeranja radnog komada na 4 mm/s, u strugotinu odlazi 75 % generisane toplotne energije (2).

Metoda konačnih elemenata je jedna od najpovoljnijih za proračun temperatura u temperaturnom polju kontaktne zone, koja simulira stvarni proces. Model je zasnovan na odgovarajućoj raspodjeli energije na učesnike u procesu rezanja, toploti odvedenoj u točilo, radni komad, strugotinu i toplotu, koja je prešla konvekcijom na sredstvo za hladjenje. Veoma je važno dobro ispiranje točila od prisustva čelične strugotine u njegovim porama. Ako su pore točila popunjene strugotinom dolazi do trenja čelika po čeliku, što dovodi do stvaranja ekstremno visokih temperatura i oštećenja po spoljnoj obradnoj površini. Do sličnih posljedica dolazi ukoliko tvrdoća točila nije prilagodjena tvrdoći obradivanog materijala ili ukoliko rashladno sredstvo nije na pravi način dovodjeno ili prečišćavano. Važno je napomenuti iz čisto praktičnih razloga, da maksimalne temperature u kontaktnoj zoni dostižu vrijednost od 1373 K (1100°C).

Radi smanjenja energetskeg nivoa mora se primjenjivati hladivo sa visokim pritiskom hladjenja i ispiranja, uljem kao rashladnim sredstvom, izbor točila mora biti optimalan uz mogućnost redukovanja brzine rezanja.

2. NEKI PROBLEMI I RJEŠENJA KOD CENTRALNIH SISTEMA HLADJENJA I FILTRACIJE

Korisnik centralnog sistema hladjenja zahtijeva da inženjersko rješenje sistema omogućujući izdvajanje mulja stvorenog od strugotine, otpatka točila i sagorjelog ulja iz sredstva za hladjenje i ispiranje i podmazivanje u kontaktnoj zoni.

U pojedinačnim sistemima hladjenja iznošenje ulja se uglavnom vrši posudama za nošenje. U centralnim sistemima hladjenja taj posao obavljaju lančani transporteri. Rashladno sredstvo se filtrira pored filtracije transporterima i pomoću centrifugalnih separatora, a sistemom pumpa i cjevovoda dovodi i odvodi iz procesa rezanja. Odvođenje je uglavnom na gravitacionoj osnovi. Primarno je odvođenje toplote, dok je ispiranje i podmazivanje na drugom stepenu važnosti. Smanjenje broja čestica zavisi i od prirode stvorenog mulja. Rashladno sredstvo služi u principu kao osnovni transporter mulja. Uobičajeno je da u rezervoaru u kojem se sakuplja zaprljano sredstvo za hladjenje bude projektovan

lančani transporter za iznošenje mulja van rezervoara. Alatne mašine su dizajnirane tako da u svom koritu imaju najnižu tačku za sakupljanje zaprljanog sredstva za hladjenje i na tom mjestu je priključen odvodni cjevovod.

Savremena konstrukcija rezervoara prljavog medija se izvodi sa lančanim transporterom u dnu rezervoara, a iznad njega su u projektovani centrifugalni separatori. Na rezervoar očišćenog hladiva je priključen sistem potisnih pumpa.

Laboratorijska istraživanja su pokazala da je optimalna konstrukcija sistema ona u kojoj su kombinovani separatori sa transporterima.

U ovom radu se daje upitnik kao pregled osnovnih zahtjeva koje mora da zadovoljava budući sistem centralnog hladjenja uljima:

- vrsta ulja
- potrebna količina ulja po pojedinoj mašini
- pritisak hladiva u preseku rezanja
- viskozitet ulja
- vrsta procesa obrade
- karakteristike materijala obrade
- dodaci za obradu
- zahtijevani kvalitet filtracije
- vrsta i oblik strugotine, te količina strugotine u jednoj minuti
- maksimalno dozvoljena temperatura hladiva
- zahtijevani kvalitet obradjene površine
- vrsta i oblik alata
- način dopremanja svježeg ulja do sistema
- mogućnost primjene ponovnog korišćenja starog ulja i strugotine.

Pri projektovanju novih sistema a u cilju tehnološke optimizacije treba imati kvalitativnu ocjenu tehnoeconomskog nivoa (4).

Primjenom metode grupnog izbora za ocjenu tehnoeconomskog nivoa, a koji se sastoji u kolektivnom rangiranju odabranih parametara koje nezavisno jedan od drugoga rangiraju članovi izabranog tima stručnjaka i matematičkoj obradi dobijenih podataka. Kao krajnji rezultat grupnih ocjena dobijaju se kvantitativni pokazatelji u odnosu na neki ranije poznati sistem.

Parametri se razdvajaju na pozitivne i negativne, na osnovu svoga uticaja na porast tehnoeconomskog nivoa sistema. Metodologija grupne ocjene sastoji se u uzajamno nezavisnom iskazivanju saglasnosti svakog od stručnjaka sa predloženom rang listom parametara pri čemu svaki od njih daje svoju rang listu u vidu matrice u vidu iterativnog postupka.

Poslije toga se crta histogram pomoću koga se ocjenjuju podaci za daljnji postupak pro-
cjene pokazatelja tehnokonomskog nivoa.

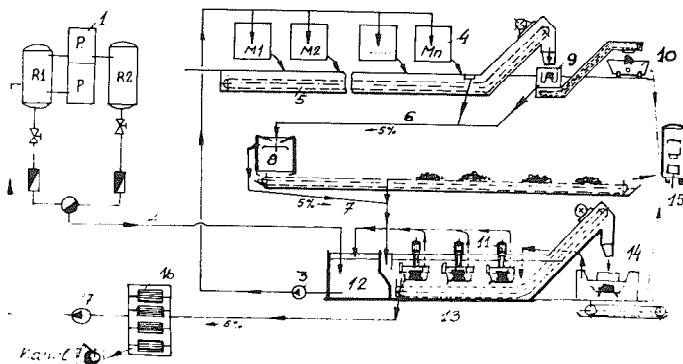
Na osnovu takve metodologije došlo se je do sistema predstavljenog na slici br. 1.

3. ZAKLJUČAK

Pri projektovanju centralnih sistema hladje-
nja uljima neophodno je uzeti u obzir sve
uticajne parametre u ovom složenom procesu
a potom primjenom metode grupnog izbora
rangirati sve odabrane parametre i mate-
matički obraditi dobijene podatke. Pri tome
je potrebno napraviti matricu veza izmedju
elemenata proizvodnog sistema i elemenata
potrebnog centralnog sistema hladjenja.
Takav pristup daje optimalno rješenje.

KORIŠĆENA LITERATURA:

1. Werner, G., 1979, Technological Finda-
mentals and Practical Feasibility of Creep
Feed Grinding, Research Project, Labora-
tory for Manufacturing and Productivity, MIT,
Cambridge, USA.
2. Shafto, R., 1975, Creep Feed Grinding-
An Investigation of Surface Grinding with
High Depth of Cut and low Feed Rates, Diser-
tacija, Univerzitet u Bristolu, Engleska.
3. Vukelja, D., 1970. Termodinamika rezanja,
Monografija IAMA, Beograd.
4. Vukelja, D., Gajić, S., Mišković, A., 1979,
Primjena metode grupnog izbora za optimal-
ni izbor sredstava rada, Almanah, Promjer,
Mašinski fakultet - Mostar., Jugoslavija.



Slika 1.

1. Pumpna stanica za rezervno ulje, 2. cijev za rezervno ulje, 3. pumpa za
čisto ulje, 4. alatne mašine, 5. transporter grube strugotine, 6. cijevi za zapr-
ljano ulje, 7. nastavak cijevi za zaprljano ulje, 8. grubo sito, 9. separator gr-
ube strugotine, 10. transportna kolica grube strugotine, 11. separatori u rezervo-
aru prljavog ulja, 12. rezervoar očišćenog ulja, 13. transporter fine strugotine,
14. separator za zavrno cijedjenje fine strugotine, 15. presa za briketiranje
strugotine, 16. uređaj za ultra filtraciju korišćenog ulja, 17. pumpa za trans-
port prečišćenog korišćenog ulja.



INTEGRALNI TRANSPORTNI SISTEM

PROCESA PROIZVODNJE I SKLADIŠTENJA

Prof. Dr. Djordje N. Zrnić
Mr. Dragoljub Savić
Mašinski fakultet
Univerziteta u Beogradu

U radu je opisan metod za planiranje i projektovanje složenih skladišnih sistema. Predložen je opšti postupak planiranja. Prednost navedenog metoda je mogućnost jedne integralne analize sistema unutrašnjeg transporta u proizvodnji i skladištenju. Posebni simulacioni programi koji su korišćeni za eksperimente, omogućili su da se dobije veliki broj rezultata neophodnih za upoznavanje stanja skladišnih sistema.

1. UVOD

Pri projektovanju skladišta projektant se često suočava sa potpuno oprečnim uticajnim faktorima, tako da je veoma značajno proceniti koji od njih preovladjuje u pojedinačnoj situaciji koja se razmatra. Ako uticajni faktori nisu precizno procenjeni, postoji mogućnost da se usvoji neko neracionalno rešenje. Postavlja se pitanje kakva tehnička i ekonomska rešenja uzeti u obzir i koji tip opreme usvojiti pri traženju optimalnih uslova skladištenja. Pri razmatranju svakog problema uskladištenja materijala, uočava se da postoji veliki broj alternativa koje su tehnički ostvarljive. Problem se sastoji u tome da se iz skupa mogućih rešenja izabere takvo, koje ispunjava tehničke i ekonomske uslove date projektnim zadatkom. Za rešenje ovog problema potrebno je razviti postupak za klasifikaciju alternativa, što iziskuje neki izborni postupak, a samim tim i određivanje vrednosti prema kojima će da se sprovede izbor. Rešenje ovih problema treba da se obuhvati metodom planiranja. Danas postoji niz tehnika planiranja, posebno u oblasti operacionih istraživanja, ali bez jedne metode koja će da koristi i sistematski poveže mogućnosti navedenih tehnika planiranja nije moguće doći do zadovoljavajućih rezultata u ovako specifičnoj oblasti.

2. PLANIRANJE SKLADIŠNIH SISTEMA

Metoda planiranja koja je razvijena u okviru ranijih istraživanja treba da omogući jedan sistematski prilaz izboru skladišnog sistema. Osnovni cilj ovog postupka je sledeći:

- da se prikaže sistem za transport i skladištenje robe definisan projektnim zadatkom;
- primenom različitih postupaka, tehnika planiranja i programa za kompjuter, potrebno je ograničiti tehničke mogućnosti primene raznih sistema za transport i uskladištenje;
- pripremiti podatke za ekonomsku analizu celokupnog sistema koji je predmet studiranja.

Postupak planiranja ove metode je prikazan na slici 1 i može da se podeli na tri osnovne faze:

- formiranje alternativa
- vrednovanje i izbor alternativa i
- dinamička analiza sistema.

Predloženi postupak planiranja je dat u radovima navedenim u literaturi /3/ i /4/. U ovom radu se razmatra mogućnost primene postupka simulacije u procesu projektovanja složenih skladišnih sistema.

3. MODELI POVEZIVANJA SKLADIŠTA SA PROIZVODNjom

Treba napomenuti, da u pojedinim slučajevima uređjaji unutrašnjeg transporta, pogona koji su u neposrednoj vezi sa skladištem, mogu da postanu elementi transportnog sistema procesa uskladištenja i onda je

neophodno da se zajedno posmatraju. Zbog toga, skladištane mogu da se posmatraju izvan proizvodnih tokova. Kako navodi Bates /1/: "Ovaj problem je posebno značajan kod automatizacije procesa uskladištenja". U osnovi mogu da se razlikuju tri modela povezivanja skladišta sa proizvodnjom:

- Model 1 (skladište - sistem unutrašnjeg transporta - proizvodni pogon),
- Model 2 (skladište - sistem za pripremu robe za distribuciju - sistem unutrašnjeg transporta - proizvodni pogon),
- Model 3 (skladište je integralni deo proizvodnog pogona).

Osnovni oblici koji se javljaju kod trećeg modela su sledeći:

- skladišni prostori su postavljene bočno u odnosu na proizvodni pogon (sl. 2), i
- skladišni prostor je postavljen između dva proizvodna pogona (sl. 3).

Osnovna ideja za primenu ovog modela je mogućnost direktnog transporta materijala od skladišnih lokacija do radnih mesta, a posebna prednost ovog sistema je mogućnost postavljanja proizvodnih pogona u više nivoa, koji se opslužuju jedinstvenim transportnim sistemom.

4. SIMULACIJA SISTEMA

Dinamička naliza sistema u predloženoj metodi za izbor skladišnih sistema uključuje razvijanje i primenu matematičkih modela koji se baziraju na teoriji redova čekanja ili simulacionih modela, koji omogućuju da se predstavi rad i ponašanje transportnog sistema. Primena teorije redova čekanja je ograničena na stohastičke procese koji se ponašaju prema pojedinim teorijskim raspodelama.

U praksi, ovi modeli mogu da se uspešno koriste kod rešavanja većeg broja problema, kada intenzitet protoka nije veći od 0,9 /2/. Kompleksnost mnogih sistema često čini da je predviđanje rada sistema pomoću analitičkih modela nemoguće ili nepraktično. U slučaju kada se dolazak transportnih jedinica ne ponaša po Poissonovom procesu, kada se raspodela vremena dolazaka menja nekoliko puta u toku dana, ili ako se redovi formiraju ispred više uređaja za opsluživanje koji imaju različita vremena opsluživanja, analitičke metode nisu više primenjive. Takodje, kada se analiziraju kompleksni transportni sistemi koji

se sastoje od više uređaja za opsluživanje povezanih u radu paralelno i serijski, nije moguće koristiti teoriju redova čekanja. Rezultat je, da se kao zajednička sistemski metodologija za predstavljanje rada i ponašanja sistema koristi simulacija. Pored navedenih uslova, postupak simulacije je neophodno koristiti i u sledećim slučajevima:

- kod analize transportnih sistema složene konfiguracije,
- kada sistem radi sa velikim opterećenjem; intenzitet protoka $p > 0,9$,
- kada se raspodela vremena dolaska TJ u sistem manja u toku dana,
- pri ispitivanju reagovanja sistema na povremena preopterećenja, i
- pri ispitivanju ponašanja sistema u slučaju otkazivanja pojedinih uređaja.

Digitalna simulacija predstavlja veoma koristan instrument za ispitivanje dinamičkog ponašanja skladišnog sistema. Svrha ove analize je da se predvidi rad i ponašanje transportnog sistema skladišta pri zadatim uslovima, prikažu tehničke prednosti i nedostaci razmatranih alternativa i stvori podloga za ekonomsku analizu projekta.

Prvi program za simulaciju, razvijen u okviru istraživanja Katedre za mehanizaciju Mašinskog fakulteta u Beogradu /2/, /3/ i /4/, se primenjuje u slučaju povezivanja skladišta sa proizvodnim pogonima, kao što je prikazano na modelu 1. Ovaj program može da rešava procese sa teorijskim raspodelama, empirijskim raspodelama i terminiranim dolascima jedinica u sistem.

Osnovu programa čini blok koji ima maksimum 5 kanala za opsluživanje. Pri nailasku transportne jedinice u blok, ona ide u prvi slobodan kanal za opsluživanje. Ukoliko su svi kanali zauzeti, TJ čeka i kasnije odlazi na opsluživanje u kanal koji je prvi postao slobodan. Po završetku opsluživanja, TJ napušta blok i prelazi u sledeći nivo. Program može da obuhvati u isto vreme 75 kanala za opsluživanje. Program štampa sve rezultate koji karakterišu ponašanje jednog transportnog sistema i koji su neophodni za detaljnu analizu sistema.

Sledeći program /5/ je razvijen za analizu rada visoko-regalnog skladišta. Ovaj program za simulaciju omogućuje da se ispita ponašanje u radu visoko-regalne dizalice koja može da prenosi jednu ili više paleta jednovremeno. U osnovi su moguća dva načina kretanja visoko-regal-

ne dizalice:

- svaka narudžbina se posebno opslužuje, ili
- svako kretanje je kombinacija operacija uskladištenja i iskladištenja.

Primena ovog modela omogućava ispitivanje različitih uticaja na izbor dizalice za uskladištenje, kao:

- uticaj oblika skladišnog prostora na broj radnih ciklusa skladišne dizalice,
- uticaj brzine dizalice na promenu pretovarenog kapaciteta,
- uticaj položaja ulaznih i izlaznih koordinata na promenu pretovarenog kapaciteta dizalice,
- uticaj ubrzanja dizalice na broj radnih ciklusa, i
- uticaj uvođenja dizalica koje prenose jednovremeno više od jedne palete, na povećanje radnog kapaciteta.

Sprovedena istraživanja i razvijen treći program za simulaciju pokazuju da mnogi transportni procesi u industriji mogu da se integrišu u skladišni sistem. To znači, da jedna standardna regalna dizalica može da zadovolji zahteve kretanja materijala za skoro neograničen broj različitih proizvodnih procesa. Uprkos činjenici da je regalna dizalica uređaj koji se kreće po stalnoj putanji postoji mogućnost da u jednom integralnom sistemu postane veoma fleksibilna u radu. Prenosi različite radne predmete, a skladišne lokacije mogu da se koriste za jednu ili više pozicija.

Istraživanje, planiranje i projektovanje ovako kompleksnih integralnih sistema (model 3) doprinosi efikasnijem radu pojedinih proizvodnih pogona. Prednosti ovakvih rešenja su sledeće:

- eliminacija transporta između radnih mesta i skladišta,
- mala količina materijala za obradu na mestu upotrebe,
- efikasno rešenje kretanja materijala u "radioničkoj proizvodnji",
- mogućnost jednovremenog izvodenja vertikalnog i horizontalnog kretanja,
- povećana produktivnost po jedinici površine zgrade,
- regalna dizalica opslužuje različita radna mesta, od kojih svako može da ima različit ciklus vremena obrade, i
- može da se postigne veoma kratak ciklus proizvodnje za datu poziciju.

Program štampa sve rezultate koji karakterišu ponašanje jednog integralnog sistema. Najveći mogući broj

ulaza i izlaza iz skladišta (prolaz materijala direktno do radnih mesta) predviđen u programu je deset (slika 4).

5. ZAKLJUČAK

Rad predstavlja pokušaj da se razjasni koncept planiranja i projektovanja skladišnih sistema. Predložen je opšti postupak planiranja Razvijena metoda planiranja omogućuje sistematski pristup izboru odgovarajućeg transportnog sistema u procesu uskladištenja. Očigledno je da za različite zahteve rešenje ne može da bude standardizovano. Da bi se dobilo optimalno rešenje potrebno je da se izvrši detaljno istraživanje svih značajnih faktora.

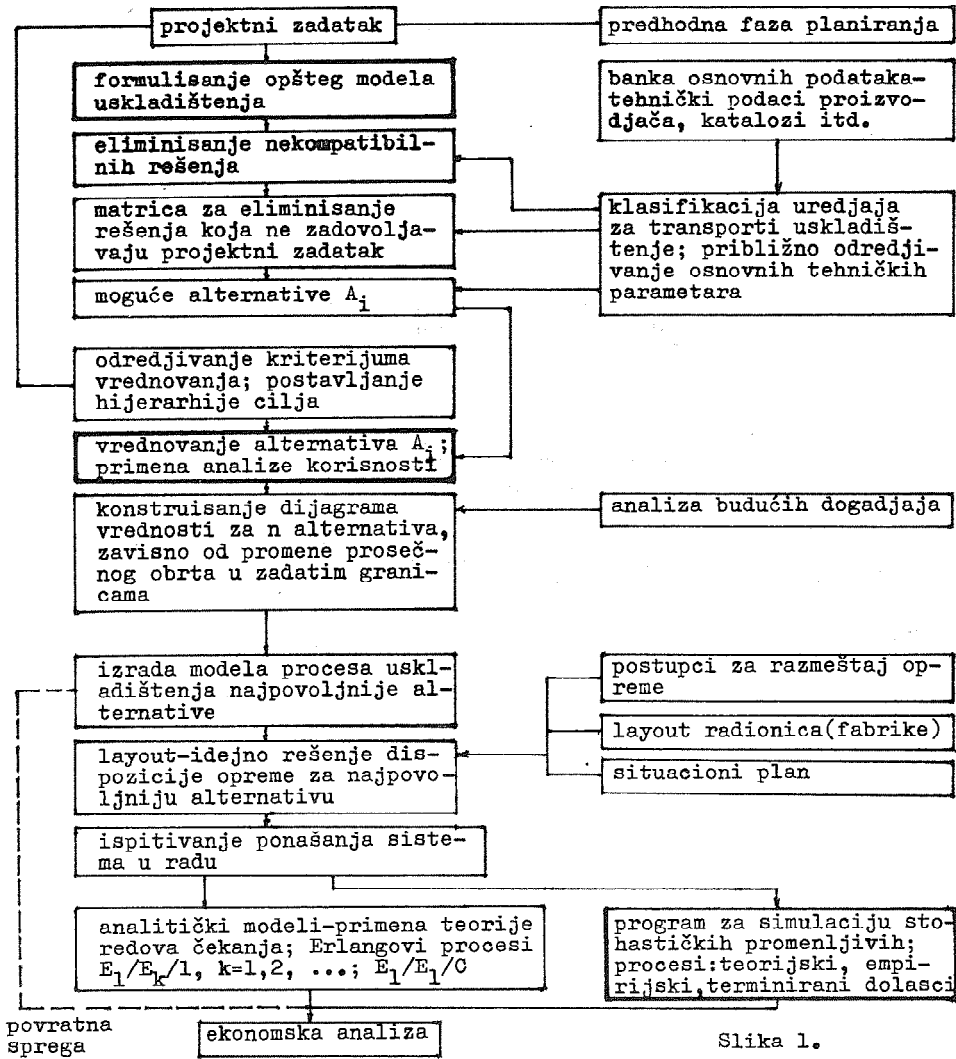
Dinamički pristup sistemu omogućuje projektantu da ispita rad i ponašanje pojedinih alternativa i da pripremi osnovu za ekonomsku analizu projekta.

Mora se napomenuti, da skladište ne može da se razmatra izolovano od predviđene proizvodnje, i da takav pristup može da prouzrokuje neefikasnost u radu. Zbog toga proizvodnju, unutrašnji transport i skladištenje treba posmatrati kao karike jednog lanca.

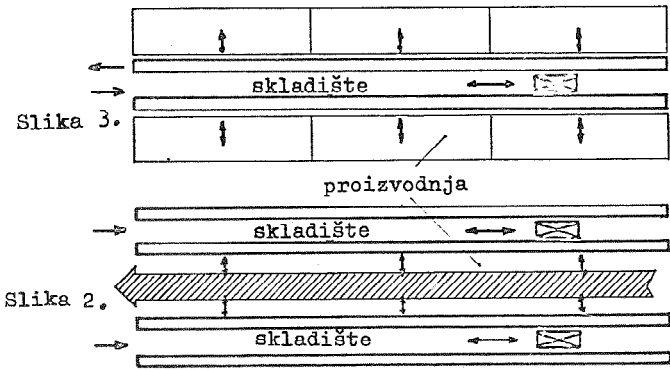
Prednost predložene metode je mogućnost integralne analize proizvodnog i skladišnog sistema.

LITERATURA

1. Bates, C.E.: "Integration of Automatic Warehousing into the in - Process Environment, Proc. of the 1st ICAW, Nottingham, April 1975, pp. A2, 15-26.
2. ZRNIĆ, DJ.: "An Analysis of Materials Handling Processes in Pallets Warehouses", Mašinstvo u procesnoj tehnici, Naučno-stručni skup, Beograd 1978., pp. 447-487.
3. ZRNIĆ, DJ.: "A Method for Planning Materials Handling System in Warehousing, Proc. of the 3rd International Conference on Automation in Warehousing-Part 1, Chicago, November 1979., pp. 143-158.
4. ZRNIĆ, DJ.: "A Method of Planning Materials Handling System in Warehousing, Proc. of the 3rd ICAW-Part 2, Stratford - Upon - Avon, June 1980., pp. 333-348.
5. ZRNIĆ, DJ., SAVIĆ, D.: "A Simulati-on Study of Storage Machines", 5. stručni skup o transportnim procesima u industriji, SMEITS, Beograd 1981., pp. 55-63.

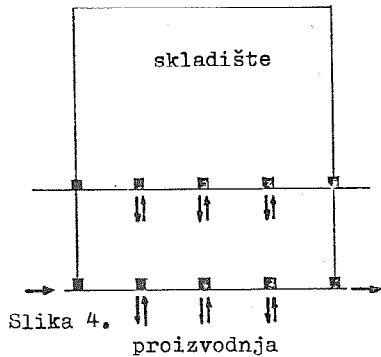


Slika 1.



Slika 3.

Slika 2.



Slika 4.

proizvodnja

SISTEM UPRAVLJANJA PROIZVODNIM PROCESOM

STEVO ZUBER

Zavod SR Slovenije za produktivnost dela
Ljubljana, Titova 118, Jugoslavija

Sažetak

Ovaj rad prikazuje sistem upravljanja proizvodnim procesom. Zasniva se na bazi strukture temeljnih informacija, nosioca informacija i tehničkih sredstava za upravljanje proizvodnim procesom. Koncept sistema sadrži dva osnovna zadatka u procesu projektiranja i uvođenja:

- 1) Reviziju i rekonstrukciju proizvodnog procesa - do uspostavljanja optimalnih tehnoloških tokova proizvodnje (donji dio sheme na slici 1) i
- 2) Prilagodjavanje oblikovanog modela informacionog sistema za upravljanje proizvodnim procesom - do uspostavljanja optimalnog funkcioniranja (gornji dio sheme na slici 1).

1. UVOD

Materijalni procesi su neosporno vrlo važni u ljudskom razvoju i standardu življenja. Oni su jedni od najsloženijih procesa. Posvećuje im se vrlo velika pažnja kako bi što efikasnije i racionalnije funkcionirali. Uspješnost funkcioniranja proizvodnih sistema zavisi od vrlo velikog broja promjenljivih faktora. Svi faktori koji učestvuju u proizvodnim procesima (a njih je veliki broj) troše se, a time i mijenjaju. Zato su proizvodni procesi puni nepoznanica. Za efikasno i racionalno upravljanje proizvodnim procesima istražuju se sistemi i modeli u svim granama privrede ove planete. Jedan od pokušaja prikazan je u ovom kratkom referatu. On se zasniva na vlastitim istraživanjima autora i Zavoda u kojem autor radi. Referat obuhvaća

1) shematski prikaz upravljanja proizvodnim procesom, 2) primjenu i probleme u procesu uvođenja te 3) kretanje nekih rezultata prije, za vrijeme i poslije uvođenja sistema.

2. UPRAVLJANJE PROIZVODNIM PROCESOM

Shema Upravljanja proizvodnim procesom prikazana je na slici 1.

Planiranje proizvodnje

- 1 - Prodaja prikupi (1) potrebe tržišta na osnovu kojih izradi (2) plan prodaje i dostavi ga Pripremi proizvodnje.
- 2 - Priprema proizvodnje uz plan prodaje pri-

kupi još (3) tehničko-tehnološku dokumentaciju, (4) pregled izvršenja normi od Tehničke funkcije, (5) pregled kretanja škartata od Kontrole kvaliteta, (6) plan održavanja od Održavanja, (7) pregled dorada proizvoda, (8) pregled korištenja kapaciteta od Pripreme proizvodnje i (9) pregled korištenja radnog vremena radnika od Kaldrovske funkcije.

- 3 - Priprema proizvodnje na osnovu prikupljenih materijala izradi; (10) pregled obima posla, (11) pregled raspoloživih kapaciteta i (12) pregled zauzetosti kapaciteta. Ove preglede izradi na za to pripremljenim obrascima.
- 4 - Priprema proizvodnje na osnovu plana prodaje, normativa rada dobivenih iz tehničko-tehnološke dokumentacije te plana održavanja i navedenih pregleda izradi (13) plan proizvodnje.
- 5 - Priprema proizvodnje na osnovu plana proizvodnje izradi (14) plan potrebnog materijala, (15) plan potrebnog alata, (16) plan poslova koji će se raditi u kooperaciji, (17) plan potrebnih novih kapaciteta i (18) plan potrebnih kadrova.
- 6 - Priprema proizvodnje po izradi navedenih planova organizira (19) usaglašavanje plana proizvodnje sa planom prodaje i ostalih planova sa planom poslovanja.
- 7 - Priprema proizvodnje poslije usaglašava-

nja planova proizvodnje, prodaje, poslovanja (20) dostavlja planove materijala, alata, kooperacije i novih kapaciteta Nabavna (21) plan kadrova Kadrovskoj funkciji da osiguraju potrebne resurse prema dostavljenim planovima.

- 8 - Nabava vrši nabavljanje planiranih resursa na nabavnom tržištu pomoću (22) narudžbene i (23) dobavne dokumentacije, a Kadrovska funkcija vrši (24) osiguranje potrebnih kadrova.

Terminiranje proizvodnje

- 9 - U vremenu dok Nabava i Kadrovska funkcija osiguravaju potrebne planirane resurse Priprema proizvodnje vrši (25) terminiranje proizvodnje.

Terminiranje vrši na osnovu operativnog (mesečnog) plana proizvodnje po operacijama, fazama i proizvodima. Terminiranje vrši i po radnim nalogima koje lansira po nosiocima poslova. Nosioci poslova su faze i ili cijeli proizvodni sistem kroz koji putuje proizvod u procesu proizvodnje - lansirna zona.

- 10 - Priprema proizvodnje vrši terminiranje početaka izrade operacija, faza i cijelog proizvoda notražnim planiranjem tj. određuje vremena trajanja ciklusa izrade počev od termina isporuke određenih u planu prodaje.

Trajanje ciklusa izrade određuje izračunom:

$$C_i = \frac{T_i + T_{pz}}{DKRM} \cdot K \text{ (dana)} \quad (1)$$

C_i - ciklus izrade (dana)

T_i - vrijeme izrade (norma sati)

T_{pz} - pripremno-završno vrijeme radnog mjesta, faze, procesa (sati)

$DKRM$ - dnevni kapacitet radnog mjesta (sati)

K - koeficijent sigurnosti izvršenja operacije, faze, proizvoda

$$T_i = t_1 \cdot n \text{ (norma sati)} \quad (2)$$

t_1 - vrijeme izrade jednog komada (sati)

n - broj komada (kom)

Isterminiranu proizvodnju prikaže tekstu-

alno i grafički i raznim organizacionim pomagalicama: planskim obrascima, gramogramima, terminskim mapama u terminskim stolovima, kasetama, centralama, stanicama i planskim pločama.

- 11 - Nabava (26) izvještava Pripremu proizvodnje o osiguranju materijala, alata, kooperacije i novih kapaciteta, a Kadrovska funkcija (27) obavještava o osiguranju potrebnih kadrova za izvršenje plana proizvodnje.

- 12 - Tehnička funkcija u koordinaciji sa Održavanjem dostavlja Pripremi proizvodnje (28) plan puštanja u pogon novih kapaciteta.

Ispostavljanje procesne dokumentacije

- 13 - Poslije obavijesti Nabave o osiguranju potrebnih materijala, alata i kooperacije a Kadrovske funkcije o osiguranju potrebnih kadrova, te dostave plana od Tehničko-tehnološke funkcije o puštanju u pogon novih kapaciteta Priprema proizvodnje vrši doterminiranje i (29) ispostavljanje procesne dokumentacije. U procesnu dokumentaciju ubrojamo: (31) radni nalog, (32) radni list, (33) izdatnicu, (34) povratnicu, (35) predatnicu, (36) popratnicu i (37) tehničko-tehnološku dokumentaciju. Ova dokumentacija sadrži temeljne informacije i podatke za izvođenje proizvodnog procesa tj. izradu proizvoda (usluga). Zato se njoj mora posvetiti posebna pažnja na točnosti i ažurnosti.

Lansiranje procesne dokumentacije

- 14 - Priprema proizvodnje provjerava da li je sve spremno za početak proizvodnje. Samo u tom slučaju ako je sve spremno, ili u krajnjem slučaju, ako će biti garantirano sve spremno do početka dotične operacije ili faze, Priprema (30) lansira procesnu dokumentaciju u proizvodnju. Nije dobro ni rana ni kasno lansirati procesnu dokumentaciju u proizvodnju. U prvom slučaju dolazi do gomilanja dokumentacije, a u drugom nedostaje vremena za snabdjeti radna mjesta materijalom i sl. Praksa je pokazala da je optimalno vrijeme za lansiranje procesne dokumentacije

u proizvodnju 1 - 2 dana prije početka rada. Česta je pojava da nije sve osigurano za proizvodnju (najčešće nedostaje materijal), a lansira se procesna dokumentacija u proizvodnju gdje se gomila i gubi. Na ovaj način gubi se kontrola nad upravljanjem proizvodnjom, kliže iz ruku proces upravljanja proizvodnjom. Nisu rijetki slučajevi da se radi tih razloga dokumentacija provlači po pogonima i do 100 terminskih jedinica duže nego što je planirano. Iz tih razloga je neophodno striktno voditi računa da se stara dokumentacija pokupi iz pogona prije nego što se lansira nova.

- 15 - Proizvodnja, po (38) preuzimanju procesne dokumentacije, podiže pomoću (39) izdatnice materijal iz skladišta materijala, a pomoću (40) tehničko-tehnološke dokumentacije alat iz skladišta alata. Poslije podizanja materijala i alata, a na osnovu procesne dokumentacije, započinje i vrši se normalna proizvodnja.

Zaključivanje proizvodnje

- 16 - Po završetku proizvodnje, predaju se pomoću (41) predatnice proizvodi u skladište proizvoda, vraćaju se alati u skladište alata, a višak materijala vraća se pomoću (42) povratnice u skladište materijala u toku ili na kraju procesa proizvodnje.

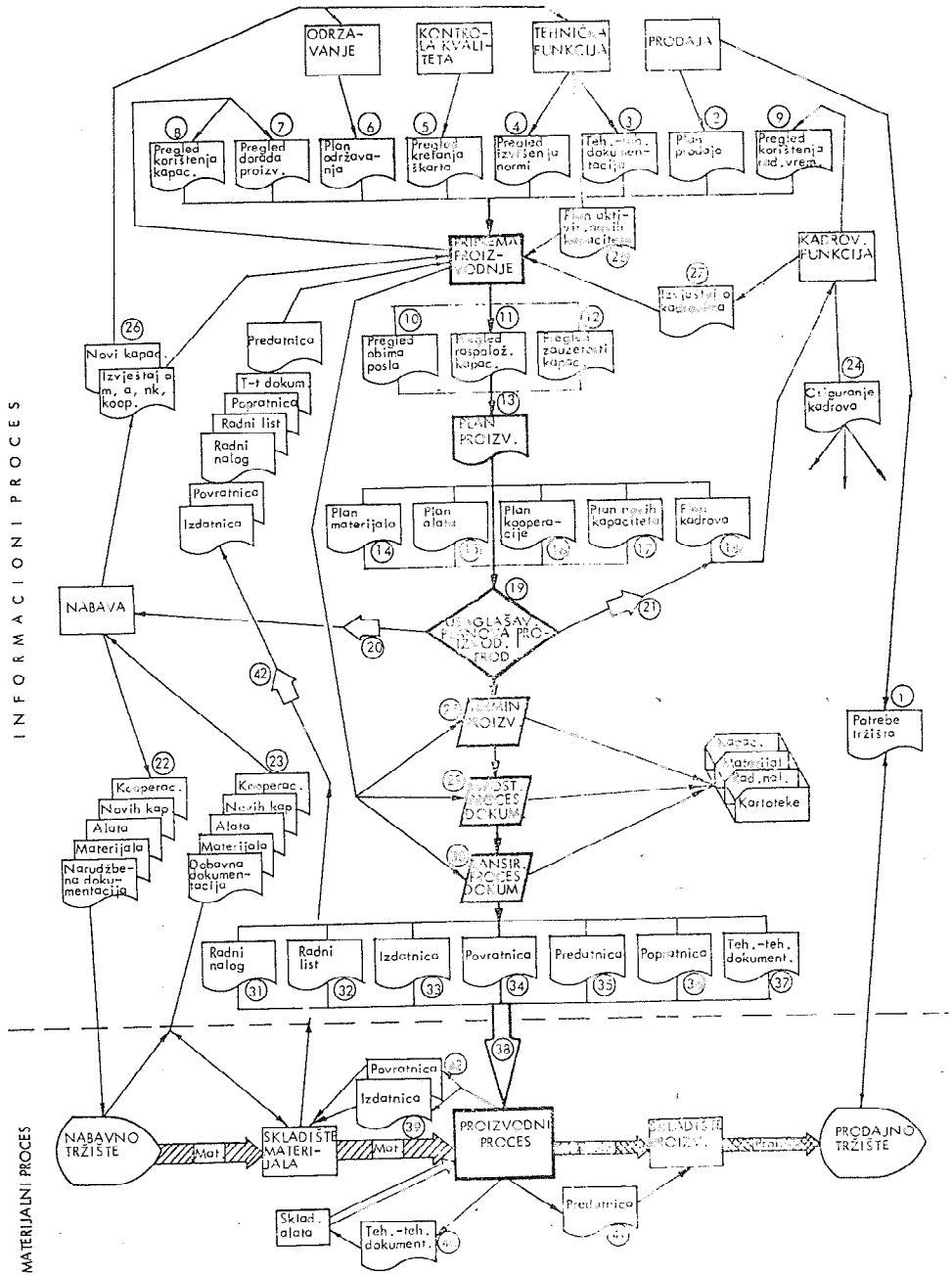
Skladište alata zaprima iz proizvodnje samo ispravan alat, a za neispravan obavještava Pripremu proizvodnje koja je dužna da ga da na popravak. Na skladištu alata neispravni alati ne smiju čekati početak proizvodnje da bi se tek tada dali na popravak.

- 17 - Poslije predaje proizvoda i vraćanja alata i viška materijala u skladišta zaključuje se proizvodnja zatvaranjem radnog naloga.

- 18 - Procesna dokumentacija se može sakupiti u proizvodnji sva ujedamput i vratiti u Pripremu proizvodnje ili se može postepeno vraćati kada obavi svoju funkciju.

Na osnovu nje Priprema dobiva povratne informacije da bi mogla evidentirati i analitički uspoređivati planirano i ostvareno, te korigirati u slučaju većeg odstupanja od dozvoljenog.

UPRAVLJANJE PROIZVODNIM PROCESOM



Sl. 1 : Shema upravljanja proizvodnim procesom

3. PRIMJENA I UVODJENJE SISTEMA

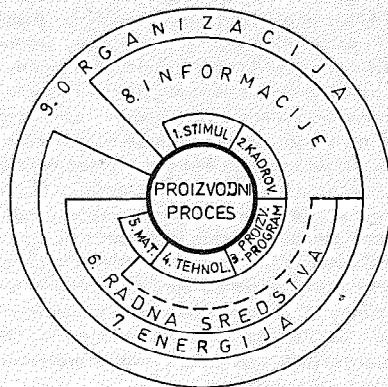
Ovaj sistem upravljanja proizvodnim procesom može se primjeniti u svim procesima proizvodnje, kako u sekundarnoj tako i u primarnoj proizvodnji, bilo da je novi ili proizvodni sistem koji već funkcioniра.

Ovaj sistem je uveden i u novim i u postojećim proizvodnim procesima (više u postojećim nego u novim). Uvodjenje je u svakom slučaju lakše, jednostavnije i uspješnije u novim proizvodnim sistemima. Tome je osnovni razlog što ovaj sistem efikasnije funkcioniра u objedinjenoj Pripremi proizvodnje, a nju je lakše organizirati u novom nego u postojećem proizvodnom sistemu. U proizvodnim sistemima gdje je uveden ovaj sistem u zadnjih deset godina nalazile su se preko 80 % decentralizirano organizirane Pripreme proizvodnje.

Jedan od najvećih problema kod uvođenja sistema je upravo reorganizacija decentraliziranih Priprema proizvodnje u objedinjene. To obično traje duže vremena na šta traje prilagodjenje i uvođenje samog sistema. Dakle, za zaključiti je: nije problem i nema otpora za uvođenje novih sistema, nego je problem i otpor u pomaku čovjeka sa postojećih radnih navika i pozicija na druge i nove. To je evidentno i karakteristično za radnike koji su nekoliko godina pred penzijom. Skoro da je bolje tamo i ne započinjati vršiti bilo kakove promjene - bolje je sačekati. U ovakvim slučajevima se znatno više utroši vremena i truda nego što se dobije koristi. Posebno je karakterističan neuspjeh ako glavno rukovodstvo nije stvarno, nego samo formalno radi okoline, za unapredjenje organizacije i uvođenje novih sistema, metoda i tehnika.

Oblikovanje i uvođenje sistema traje 8 - 12 mjeseci. Od toga planira se oko pola vremena na definiranje, a pola na uvođenje sistema. Dužina trajanja uvođenja, kao i funkcioniranje sistema ovisi o više faktora a najutjecajniji su: 1) radni mentalitet kraja, 2) stvarna odlučnost prvog ili prvih rukovoditelja, 3) jednoznačno određeno autoritetno lice koje će biti nosilac poslova i zadataka i koje će i poslije suradnje sigurno raditi na tome poslu i biti odgovorno, 4) starost rukovodećih i ostalih kadrova sa kojima se radi, 5) klima i animiranost cijelog kolektiva, 6) da li postoji lice koje se bavi organizacijom i informatikom - ako postoji puno je lakše raditi, 7) materijalna stimulacija radnog tima za vrijeme suradnje. Ona vrlo snažno utječe na rad i to obrnuto proporcionalno nivou radnog mjesta

učesnika radnog tima. I drugi faktori utječu, na sve ih nećemo navoditi u ovom tekstu jer su prikazani na slici 2.



Sl.2 : Struktura najutjecajnijih faktora na sistem upravljanja proizvodnim procesom

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1. Stimulacija | 6. Radna sredstva |
| 2. Kadrovi | 7. Energija |
| 3. Proizvodni program | 8. Informacije |
| 4. Tehnologija | 9. Organizacija |
| 5. Materijal | |

Napominjemo i to, da je vrlo ugodno suradjivati kada se prihvati i shvati koncept sistema. Tada naručilac preuzima inicijativu i vodi u uvjeravanju druge i sebe kako je to dobro, korisno i neophodno. Vrlo je teško raditi dok se ne rasčisti i ne shvati koncept. Ima dosta slučajeva da se koncept i sistem prihvate a da nisu shvaćeni. U takvim slučajevima vrlo je teško raditi. U svakoj posjeti polazi se iz početka i onda kad mislite da je prošli put sve shvaćeno. To iznenadjuje, nervira i nerijetko dovodi do pomisli da se prekine suradnja. Ovakovi slučajevi se dešavaju ako u radnom timu rade preopterećeni operativni rukovoditelji, ako se ništa ne radi između posjeta, ako nema lica koje će i poslije suradnje raditi na tom poslu, ako najodgovorniji rukovoditelj nije stvarno zainteresiran za uvođenje sistema i drugi već navedeni faktori.

4. REZULTATI

Uspješnost sistema upravljanja proizvodnim procesom nije moguće u svakom primjeru i u kratkom vremenu, točno izmjeriti i prikazati. Smatramo da je sistem utjecao na rezultate proizvodnje i poslovanja ako su oni znatno bolji (ili lošiji), uz to da u proizvodnji i poslovanju nije posebno investirano u razne resurse, ili nisu bitno utjecali vanjski faktori (cijene, davanja i sl.)

na proces poslovanja, te ako nisu bitno utjecali prirodni faktori (npr. vrijeme u poljoprivrednoj proizvodnji) i sl.

Uvodjenje sistema može pozitivno utjecati i efikasno se pokazati i bez tehničkih i ekonomskih pokazatelja kao npr. (1) lakše, jednostavnije i preglednije voditi proizvodni proces, (2) imati pravovremeno kvalitetne i ažurne informacije o stanju u proizvodnji i poslovanju, (3) na osnovu takovih informacija pravovremeno, bržije i točnije donositi ključne odluke i korekcije u proizvodnji i poslovanju, (4) kadrovi se uče i navikavaju sistemskom (medjusobno povezanom) radu - ne radi svako po svojem "sistemu" = "sistem bez sistema", (5) podloga sistema je planiranje i terminiranje proizvodnje, (6) sistemska povezanost, disciplina, red i rad i drugo. Te navike manje-više nedostaju posvuda u srednjim i manjim proizvodnim i poslovnim sistemima.

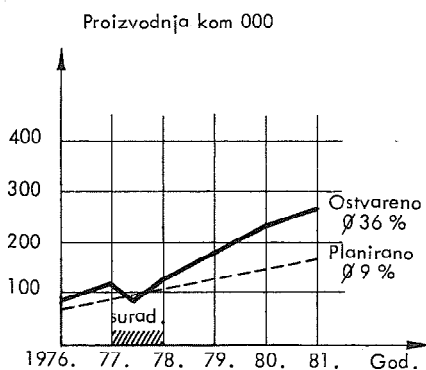
Navodimo dva primjera uspješnije proizvodnje i poslovanja u metalnom i drvnom proizvodnom sistemu. Kretanje proizvodnje i poslovanja može se pratiti u vremenu prije suradnje, za vrijeme i poslije suradnje.

Na slici 3 prikazana je planirana i ostvarena proizvodnja (u komadima) u jednom drvnom proizvodnom sistemu.

Na slici 4 prikazano je planirano i ostvareno poslovanje (ukupni prihod u dinarima) u jednom poslovnom sistemu metalopreradivačke proizvodnje.

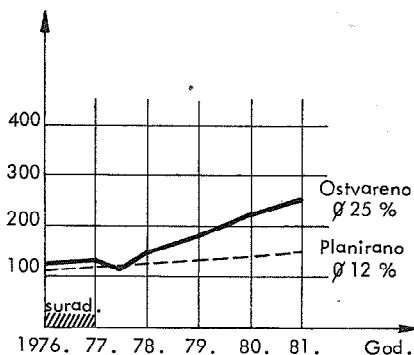
U prvom slučaju planirano je prosječno povećanje proizvodnje u petljetnom razdoblju 9 %, a ostvareno je sa 36 %.

U drugom slučaju planiran je prosječni ukupni prihod u petljetnom razdoblju od 12 %, a ostvaren je sa cca 25 %.



Sl.3: Planirana i ostvarena proizvodnja (Drvena ind.)

Prihod Din Mil



Sl. 4: Planirani i ostvareni prihod (Metalna ind.)

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad ima pretenziju da oblikuje i uvodi sistem upravljanja proizvodnim procesima na srednjem organizacionom nivou.

Sistem ima 3 osnovna cilja:

1. U OURima nižeg stupnja organiziranosti sistema upravljanja proizvodnim procesom podići na srednji nivo.
2. Oblikovani model stabilizirati i usavršavati do višeg stupnja.
3. Osigurati podloge za brzi prelaz i preći na viši stupanj upravljanja proizvodnim procesima i to pomoću računara (kao što su to već učinili neki OUR-i u kojima je ovaj sistem uveden).

Na efikasnost funkcioniranja ovog sistema znatno utječe organiziranost Pripreme proizvodnje.

Ako je Priprema proizvodnje objedinjeno organizirana sistem znatno efikasnije funkcionira nego ako je decentralizirano organizirana.

LITERATURA

1. Maynard H.B. 1980. Savremena organizacija proizvodnje, RO Kulturni centar, JUR Privredna knjiga, Beograd.
2. Novak M. 1978. Organizacija rada u socijalizmu, Informator, Zagreb.
3. Zavodovi materijali i elaborati.

**POSTAVLJANJE I VREDNOVANJE
AKTIVNOSTI PRI KONSTRUISANJU PROIZVODA**

dipl.maš.ing.ILIJA P.ŽUGIĆ, glavni konstruktor artikla
dipl.maš.ing.MILOJICA B.ZINDOVIĆ, glavni konstruktor-tehnolog
RZ Razvoj proizvoda i kapaciteta
Industrija građevinskih mašina "Radoje Dakić", Titograd
JUGOSLAVIJA

U radu je dat presjek aktivnosti funkcije razvoja proizvoda sa mogućim načinom vrednovanja. Prikazani su mogući efekti takve postavke sistema na funkcionisanje cjelokupnog poslovnog sistema, sa ciljem povećanja ukupnog dohodka.

1. U V O D

Osnovni motiv za rad na ovaj problematiki je trenutni nivo organizovanosti, produktivnosti i uticaja projektovanja i konstruisanja proizvoda na funkcionisanje cjelokupnog poslovnog sistema i IGM "Radoje Dakić" iz Titograda. Mi se još uvijek nalazimo u fazi u kojoj je teže proizvoditi a lakše prodavati. Medjutim, vrlo brzo će nastupiti vrijeme kada ćemo se suočiti sa problemom prodaje. U takvim uslovima, kada se pored ostalog javljaju potrebe kupaca u specijalnim vanprogramskim zahtjevima dolazi do izražaja kvalitetna i fleksibilna funkcija razvoja proizvoda. Takav stepen organizovanosti razvoja proizvoda mora da ima prethodno razvijen i uhodan sistem rada, koji bi mu omogućio da u potpunosti odgovara ovim i svim drugim zahtjevima koje treba da zadovolji.

2. STRUKTURA AKTIVNOSTI

Da bi se uspješno odvijao proces konstruisanja, potrebno je imati dobru organizacionu postavku i riješen sistem vrednovanja rada. Razmatranja se odnose na izradu prototipske dokume-

ntacije, sa predpostavkom da je donesena odluka o osvajanju novog ili usavršavanju postojećeg proizvoda. Struktura aktivnosti je data na osnovu logičnog vremenskog redosleđa sa horizontalnim vezama na svim nivoima rada, koje predpostavljaju timski rad. Postavka je izvršena u funkciji uslova i dosadašnjih iskustava. Uporedo sa aktivnostima dati su i stepeni složenosti potrebni za njihovo uspješno realizovanje.

RUKOVODJENJE	01
KONCIPIRANJE	01, 02
PROJEKTOVANJE	02
KONSTRUISANJE	

<ul style="list-style-type: none"> - Rukovodjenje - Grubo skiciranje i izrada alternativnih rješenja - Analiza i usvajanje idejnog rješenja sa prethodnim proračunom - Davanje zadataka sa definisanim parametrima usvojenog idejnog rješenja - Izrada funkcionalnih šema i izbor agregata 	<ul style="list-style-type: none"> 02 02 01;02 02 03;11
---	--

Izrada sklopnog crteža	03;12
Definisanje osnovnih sklopova	02
Izrada osnovnih konstrukci- onih grupa (sklopova)	03...12
Izrada podsklopova	03...13
Izrada detalja	04...13
Izrada sastavnice	12
Analiza, provjera i objedi- njava proračuna za sve aktivnosti	02;03
Oblikovanje proračuna	13;22
Tuširanje	22
Izrada materijalnog bilansa prototipa	12;13
Završna kontrola	02
Učešće u izradi programa ispitivanja prototipa	02
Ovjera dokumentacije	01

LEGENDA

Šifra	Zvanje izvršioca	Struč. sprem.	Složenost bod/čas
01	Šef konstr.	VSS	5,269
02	Glavni konstr.	VSS	4,835
03	Samost.konstr.	VSS	4,467
04	Konstruktor	VSS	4,021
11	Samost.konstr.	SSS	3,758
12	Stariji konst.	SSS	3,307
13	Konstruktor	SSS	2,615
22	Tuširač	NS	2,225

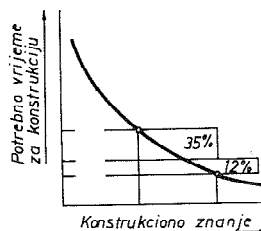
Broj izvršilaca po stepenima složenosti zavisi od projektnog zadatka i vremena za koje treba da bude završen, a dobija se računskim putem iz odgovarajućih tabela.

3. VREDNOVANJE AKTIVNOSTI

Stepeni složenosti su uzeti iz postojećih normativnih akata. Na osnovu razrade svih aktivnosti izvršena je analiza uticajnih elemenata na izbor stepena složenosti po aktivnostima. Na slijedećim primjerima prikazan je način analize uticajnih elemenata na izbor stepena složenosti.

Koncipiranje predstavlja određivanje

puta za rješavanje zadatka, koncepciju rješenja apstrakcijom i određivanje mogućih funkcionalnih struktura, putem upoređivanja sa odgovarajućim rješenjima i njihovim kombinacijama. Ova faza mora biti izvedena tako da se postigne najbolja izrada odlučujućeg rješenja, obzirom da slijedi projektovanje koje ne bi smjelo da naslijedi principijelne greške. Razradjene varijante koncipiranja moraju biti ocijenjene i vrednovane i na osnovu toga, u skladu sa zahtjevima, izvršiti izbor mogućih rješenja. Često će biti slučaj da više mogućih rješenja imaju približnu vrijednost, tako da je izbor optimalne varijante moguće izvršiti tek nakon analize idejnih rješenja u fazi projektovanja. Koncipiranje obuhvata samo tehničke elemente, gdje se ekonomija još ne uzima u obzir. Ove poslove može obavljati visokostručni kadar sa dovoljnim radnim iskustvom na svim poslovima koji slijede u daljem radu stvaranja nove konstrukcije. Kvalitet i vrijeme koncipiranja su u funkciji mnogih uticajnih faktora, medju kojima i konstrukciono znanje čiji se uticaj može prikazati na dijagramu sl.1.



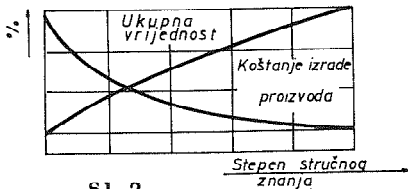
Sl.1.

Projektovanje sa svojim fazama obuhvata oblikovanje crteža u razmjeri uvažavajući sve tehnno-ekonomske parametre, tako da predstojeća izrada može biti definisana. U mnogim slučajevima biće izradjeno više crteža i ski-

ca prema stanju informacija, pogotovo kada postoje prethodne varijante prenošene iz koncipiranja. Zbog toga ova faza mora biti zaključena sa tehno-ekonomskom ocjenom, ne zanemarujući najnovija iskustva u toj oblasti. Ovi poslovi zahtijevaju visoku stručnu spremu sa odgovarajućim iskustvom na konstruisanju i poznavanju informacija o stanju nauke i tehnike u svojoj oblasti. Uticaj stepena stručnog znanja na cijenu izrade proizvoda i ukupnu vrijednost konstrukcije prikazana je na dijagramu sl.2.

Koštanje izrade projekta je fiksni trošak, dok se efekti ukupne vrijednosti projekta održavaju na čitav životni vijek proizvoda. Ustupkom licence efekti se upotpunjuju.

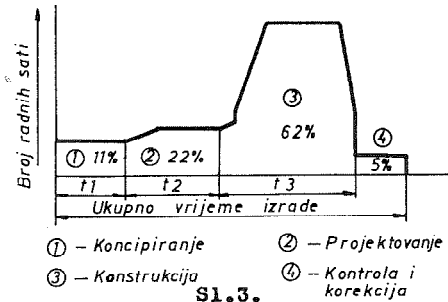
Konstruisanje je proces izrade konstrukcione dokumentacije na osnovu idejnog rješenja datog u procesu koncipiranja i projektovanja. Dokumentacija obuhvata sklopne i radioničke crteže sa odgovarajućim proračunom.



Sl.2.

Za obavljanje ovih poslova neophodni su timovi koje sačinjavaju: visokostručni, srednji i niži (tuširači) stručni kadar, sa određenim iskustvom, u zavisnosti od stepena složenosti aktivnosti. Završna faza je kontrola i korekcija dokumentacije. Tipičan odnos vremenskog učešća pojedinih faza prikazan je na dijagramu Sl.3. Za naše uslove nemamo upotrebljive podatke, ali se može konstatovati da su u procesu stvaranja konstrukcije novog proizvoda koncipiranje i projektovanje manje za-

stupljeni, što utiče na kvalitet konstrukcije i cijene proizvoda. Vredno-



Sl.3.

vanjem svih koraka u procesu izrade konstrukcione dokumentacije omogućuje se da izvršiocima mogu da obavljaju zadatke viših stepena složenosti ukoliko se za to sposobni, što predstavlja osnovni preduslov za napredovanje u struci.

4. PLANIRANJE I PRAĆENJE

Vrednovanjem svih aktivnosti iz oblasti funkcije razvoja, prema navedenom postupku, za planski period od godine dana i parcijalno, stvaraju se pouzdane podloge za:

- Dobijanje ukupnog vremena po svim stepenima složenosti, a na osnovu toga planiranje potrebnog broja izvršilaca.
- Realnije planiranje potrebnih sredstava za finansiranje djelatnosti funkcije razvoja.
- Uspješniju i jednostavniju kontrolu rokova i rješavanje problema u toku rada, primjenom poznatih metoda i tehnika (Gant-ovi dijagram, MREŽNA TEHNIKA itd.),
- Mogućnost proizvodnim OOUR, koje razvoj opslužuje, na detaljniji uvid u obim i vrstu poslova, na osnovu čega mogu donijeti odluke o finansiranju i planirati svoje kapacitete,
- Potpunije i realnije planiranje potrebnog vremena za stvaranje novog

proizvoda, što ima velikog uticaja na konkurentnu sposobnost radne organizacije. Ovakvim sistemom planiranja i finansiranja, razvoj bi uglavnom zavisio od rezultata svog rada, što bi uticalo da svi izvršioci više vode računa o ekonomiji i da funkcija razvoja bude privlačna za kreativni kadar, što u sadašnjem trenutku nije slučaj. U poslovnim sistemima gdje razvoj nije organizovan kao OOUR, stvaraju se uslovi za realniju ocjenu konstituisanja istog kao OOUR sa projektom i konstrukcijom kao svojim proizvodom.

5. EFEKTI

U oblasti materijalne proizvodnje je razradjeno vrednovanje rada preko rezultata rada, što je najbolji faktor motivacije za rad. Obzirom da je za naše uslove lični dohodak još uvijek najvažniji faktor motivacije i za neproizvodni rad, to se ovim sistemom doprinosi da ovaj faktor bude svrsishodan. Ukoliko svaki izvršilac prije početka obavljanja zadatka zna njegovu vrijednost i vrijeme za koje treba da završi, nastojat će da posao završi prije roka. Razlika vremena između planiranog roka i ostvarenog je tzv. prebacaj norme, odnosno dobit za izvršioca, čime se stavlja u isti položaj kao proizvodni radnik. Naravno, podrazumijeva se održavanje kvaliteta rada na zahtijevanom nivou. U našoj Radnoj organizaciji na osnovu eksperimentalne primjene prilikom izrade tehnoloških projekata za proširenje postojećih kapaciteta i obrade konstrukcione dokumentacije sa unifikacijom za automatsku obradu podataka pokazalo se:

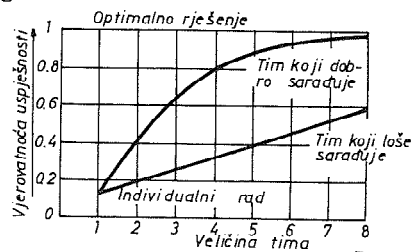
- Veća motivisanost za rad,
- Bolje iskorišćenje radnog vremena,
- Povoljnija radna atmosfera,

- Lično zadovoljstvo izvršilaca,
- Manje zastoja,
- Brže rešavanje spornih pitanja i na kraju daleko veći obim posla nego u vrijeme kada zadaci nijesu bili normirani.

Medjutim pokazale su se i sledeće negativnosti:

- U trci za vremenom pojavio se veći broj grešaka nego ranije,
- Norme su bile prebacivane više od 35%, te su se korigovale u toku rada,
- Obimnije administrativno praćenje, zbog obračuna učinka.

Ovo su bili početni koraci od kojih se nije očekivalo savršeno funkcionisanje, ali se pokazao bitan napredak koji treba usavršavati. Za vrednovanje aktivnosti na osvajanju novih proizvoda, potrebno je daleko više iskustva, pa se predpostavlja postojanje službe koja bi to radila. Obzirom da je priroda posla takva da zahtijeva razmjenu mišljenja za donošenje optimalnih odluka, timski rad je vrlo bitan činilac uspješne realizacije zadatka. Kod timskog rada međuljudski odnosi su osjetljivo pitanje, što zahtijeva isključivanje subjektivnosti rukovodioca biroa i glavnih konstruktora. Uticaj timskog rada na vjerovatnoću uspješnosti prikazan je na dijagramu Sl.4.



Sl.4.

Praćenjem rezultata tima i pojedinaca stvaraju se uslovi za selekciju kad-

rova i omogućava se izvršiocima koji ne ispunjavaju norme da sami shvate da nijesu za te poslove i da se prioritiziraju za obavljanje drugih poslova.

Na drugoj strani, dolaze do izražaja talentovani izvršioci u koje treba dalje ulagati, što se svakako isplati. Svi u poslovnom sistemu treba da znaju da usavršavanju nema kraja, da se moraju pratiti dostignuća savremene nauke i njene primjene. O usavršavanju kadrova se mora voditi računa, jer je i to bitan faktor motivacije za rad, naročito kod kreativnih kadrova. Tako se stvaraju sposobni kadrovi za preuzimanje poslova najvećih stepena složenosti, i mogućnosti za bezbolnu smjenu generacija i manji uticaj fluktuacije kadra. (Odlazak u vanprivredu, koji je jako izražen). U pregledu aktivnosti pri izradi dokumentacije posebno je izdvojeno oblikovanje proračuna i analiza na osnovu kojih se radila konstrukcija. Ova aktivnost zaslužuje posebnu pažnju, jer ima za cilj objedinjavanje cjelokupnog proračuna i analize u posebnu knjigu i njihovo arhiviranje. Arhiviranjem i provjerom prilikom ispitivanja, ovih materijala, dobijaju

na za određene ti-

pove konstrukcija, koji olakšavaju osvajanje novih proizvoda istog ili sličnog tipa. Osim toga prednosti ovakvog rada su:

- Mladji kadrovi se brže i sigurnije uvode u posao,
- Daje se mogućnost konstruktorima da nakon sprovedenih ispitivanja provjere ispravnost ulaznih parametara i modela, odnosno omogućuje se uticaj na izradi optimalnog rješenja,
- Stvara se podloga za primjenu računara u proračunima,

- Stvaraju se parametri za naučno-istraživački rad sa konkretnom primjenom u poslovnom sistemu.

Osim ovih efekata pojednostavljuje se sistem upravljanja i rukovodjenja što zavisi od doslijednosti u primjeni. Na određenom stepenu razvoja ovog sistema, razvoj dolazi u situaciju da može pružati usluge projektovanja i konstruisanja (prodaja znanja).

6. ZAKLJUČAK

Vrednovanjem rada funkcije razvoja proizvoda izvršioci se stavljaju u približni položaj sa proizvodnim radnicima, što utiče na bolji odnos proizvodni-neproizvodni radnik i veću primjenu Zakona o udruženom radu. Omogućuje se bolje iskorišćenje radnog vremena i vrlo često zapostavljane radne sposobnosti. Da su radne sposobnosti kod nas nedovoljno iskorišćene pokazuje podatak da je pored 500 hiljada inženjera i tehničara i deset hiljada magistara i doktora nauka naša privreda, ipak, u tehnološkoj i ekonomskoj zavisanosti od drugih. Ovakav društveni potencijal mora biti u centru privrednih tokova u zemlji.

LITERATURA

1. Hubka.V.. 1976. Theorie der Konstruktionsprozesse, Berlin, Springer - Verlag.
2. M.Medjedović, Konceptija daljeg rada razvoja proizvoda u "R.Dakiću", 1979, (studija).
3. Dokumentacija "R.Dakića".

se modeli proraču

rišćenje svih njegovih sposobnosti jer jedino tako može da se razvije i oslobodi energija pojedinca i uspostavi njegova duhovna ravnoteža.

5. Ljudska individua je nedeljiva celina a ne zbir njenih nezavisnih karakteristika. Zbog toga pravi razvitak pojedinca zavisi od razvijanja i korišćenja svih njegovih ljudskih osobina, jer se bilo koja ljudska potreba (koja potiče od određenog svojstva) istinski zadovoljava samo kada je zadovoljavamo zajedno sa drugim potrebama. Ako se jedan element ljudske prirode uzima u zamenu za drugi, čovek se podređuje mehaničkom principu koji ga lišava smisla i vodi jednostranom i ograničenom načinu rada i života koji stvara razočarenje i involuiru ličnost ispod njenih mogućnosti.

6. Osnov i preduslov kreativnog i svrshodnog rada je stalno i simultano zadovoljavanje vitalnih čovekovih potreba čime se ostvaruje staloznost duha koji onda može da usredsredi čitavu ličnost na složenije aktivnosti. Drugim rečima, da bi čovek ostvario svoju suštinsku težnju za stalnim razvijanjem i napredovanjem, to jest, da bi mogao aktivno da unapređuje sebe i društvo u kome živi, mora prethodno da obezbedi i zadovolji svoje egzistencijalne i socijalne potrebe i time eliminiše uznemirenost i nezvesnost.

Iz svega ovoga sledi da se usavršavanje rada i radnog procesa mora zasnivati na boljem i svestranijem poznavanju i razumevanju ljudske psihe i njenih specifičnih zahteva koji se ispoljavaju u domenu rada.

MOTIVACIJA I DEFINICIJA INTEGRALNE MOTIVACIJE

Postoje mnogi pousticaji koji čoveka pokreću i navode da čini nešto, ali koji su istovremeno štetni za njegovu ličnost. Nas ovdje prvenstveno interesuje šta je to što je smisljeno i sadržajno za čoveka, u čega on ulaže svoj napor i pri tome se oseća svežim i zadovoljnim, a ne da li pojedini podsticaji povećavaju ekonomski učinak radnika. To ne znači da čovek koji uživa u samoj aktivnosti neće proizvoditi više: on će tek onda istinski da proizvodi. Upravo rad po meri čoveka će omogućiti pravo sjedinjenje čoveka i rada što predstavlja jedini stvarno humani način povećanja produktivnosti.

Naš cilj je da iz širokog spektra motiva razaberemo i ujedinimo sve one koji značajno podstiču aktivnosti i ponašanja čoveka koja doprinose boljem zadovoljavanju njegovih humanih potreba u procesu rada i time ga stimulišu na ostvarenje boljih rezultata.

Želimo posebno da naglasimo da smatramo da se stimulisanje radnika (i ljudi uopšte) ne može zasnivati na prinudi, pretnji, ucenici niti bilo kakvim manipulacijama ljudskim

strahom i kaznama. Humani stimulanzi moraju da proizlaze iz faktora koji doprinose većem životnom elanu i ostvarivanju ljudi: njihovoj većoj snazi, jasnoći misli, samostalnosti, radosti itd., ukratko da proizlaze iz svega onoga što unapređuje čovekov život i eliminiše ono što ga sputava.

U skladu sa svim do sada navedenim stavovima možemo definisati integralno motivisanje:

INTEGRALNO MOTIVISANJE ZA RAD PREDSTAVLJA SKLADNO KONTINUALNO DEJSTVO OBJEDINJENIH RAZNOVRNIH STIMULANSA KOJI PROISTIČU IZ CELINE STVARNIH POTREBA I OSOBINA ČOVEKOVE PRIRODE I KOJI POKREĆU I USHERAVAJU DELATNOST RADNIKA SAGLASNO SA KOMPLEKSOM ZAJEDNIČKIH OPTIMALNIH CILJEVA I ZAHTEVA SVIH SUBJEKATA - PRIPADNIKA JEDNE KONKRETNE RADNE GRUPE.

Čeo skup faktora na kojima se zasniva integralno motivisanje u nekoj radnoj sredini, kritički se preispituje i usavršava u određenim kraćim ili dužim vremenskim periodima u zavisnosti od promena koje nastaju u društvu, radnoj organizaciji, samim zaposlenim ljudima i tehnologiji.

MODEL MOTIVACIONIH TOKOVA

Cilj razvijanja opšteg modela motivacionih tokova je razjašnjavanje i lakše sagledavanje prirode ljudskog delovanja i ponašanja i pokušaj da se dinamička struktura ličnosti predstavi slikovito.

Razumljivo je da kompletan model, a i njegovi segmenti predstavljaju samo približnu i, u nekim svojim delovima, još uvek hipotetičnu sliku prave prirode ljudske psihe.

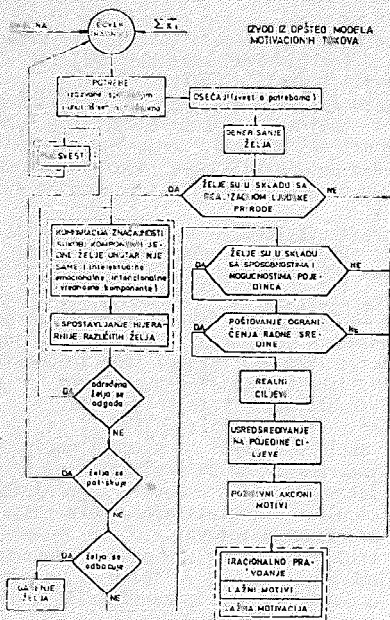
Na slici 1 je dat izvod iz opšteg modela motivacionih tokova (na nivou osnovnog grafičkog algoritma) u obliku segmenta koji opisno objašnjava nastajanje motiva. Isprekidanim crtama (koje uokviruju pojedine delove) su označeni "podalgoritmi" koji se posebno razmatraju.

Slika 2. predstavlja segment aktivnosti i ponašanja i njihovog doživljavanja u svesti radnika. Ovdje su više naglašene potencijalne mogućnosti i smisao u skladu sa kojim se može odvijati napredovanje i usavršavanje radnika i njegovog odnosa prema radu.

REALIZACIJA INTEGRALNE MOTIVACIJE

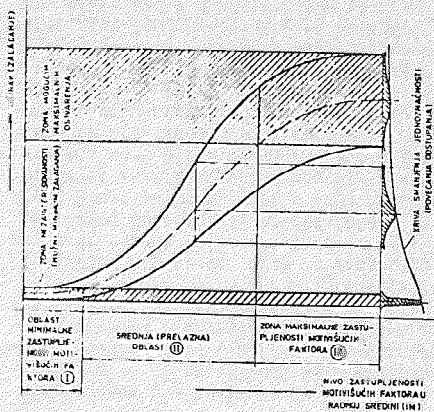
Svestrano stimulisanje ljudi u procesima rada svakako ima za posledicu povećanje efekta proizvodnje, što je saglasno sa značenjem segmenta opšteg modela motivacionih tokova na sl. 2.

Bez obzira na nivo stimulisanja postoji minimalna aktivnost ljudi koja je nužna za njihov opstanak. Sa druge strane, pod pretpostavkom da se ostvaruje maksimalna stimulacija (zadovoljenje svih potreba i htenja čoveka koji radi uz najveću moguću samerenost



Slika 1.

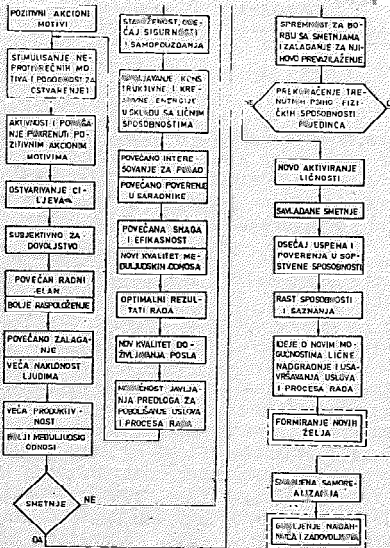
je najveće zbog raznovrsnosti ljudskih ličnosti i njihovih sposobnosti (vidi sliku 3).



Slika 3.

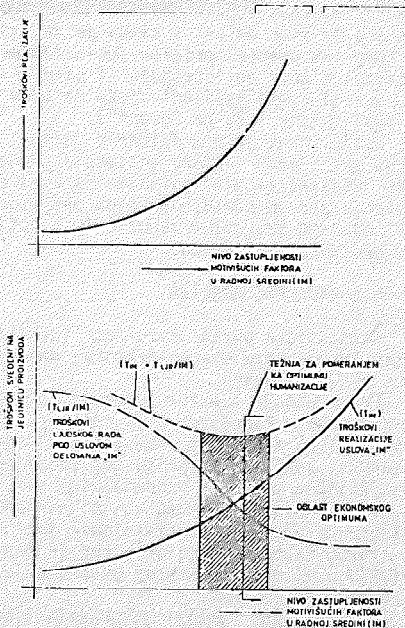
Najjednostavnija tehnno-ekonomska analiza je data na slikama 4 i 5. U skladu sa opštim zahtevima principa integralne motivacije, jedan od primarnih stalno prisutnih ciljeva je zalaganje za neprekidnu humanizaciju celokupne radne situacije - težnja "humanističkom optimumu".

IZVOD IZ OPŠTEG MODELA MOTIVACIONIH TIKOVA



Slika 2.

uslova radne situacije njegovoj ličnosti) ne mogu se očekivati enormni efekti jer su ljudske mogućnosti ograničene i javlja se poznati fenomen zasićenja. U toj oblasti rasipanje ostvarivanja, kao rezultata zalaganja,



Slika 4 i 5.

PRIKUPLJANJE I "VERIFIKOVANJE" MOTIVACIONIH FAKTORA

Najveći deo postupaka i ponašanja ljudi se odvija usled istovremenog delovanja pomešanih motiva i faktora koji ih podržavaju ili osujećuju. Nije toliko bitno da se izdvoji šta je strogo najvažnije za čoveka koji radi jer svaki pojedinac čitavom kompleksu vrednosti i uslova pridaje važnost. Glavni problem je formiranje niza čovekovih bitnih i realnih potreba koje se iskazuju u procesu rada a koje su od vitalnog značaja za njega kako sa fiziološkog tako i sa intelektualnog i duhovnog. Upravo te potrebe su osnova iz koje narastaju pozitivni akcioni motivi.

Zbog nemogućnosti multivarijantnog eksperimentalnog utvrđivanja i merenja svih potencijalnih varijabli koje učestvuju u motivacionim procesima (vidi [9]), mi smo se opredelili za evidentiranje i vrednovanje potencijalnih motivišućih faktora, anketnim ispitivanjem shvatanja i stavova radnih ljudi u više različitih radnih organizacija.

"Merenje" stavova je vršeno dodeljivanjem dvostruke ocene (za značajnost (važnost) prisustva u radnoj situaciji i za intenzitet motivišućeg uticaja) pojedinim motivacionim faktorima. Ovo je vršeno uz pretpostavku da "dvostruka ocena" relativno tačno odgovara spazi kojom navedeni faktor (uticaj) stimuliše određeniog ispitivanja. (Nikada je sačinjena iz više delova i bitno je da sadrži kompleks unapred pripremljenih faktora motivacije koji se "ocenjuju" i otvoreni deo u koji svaki ispitanik može da doda neki svoj faktor i da ga "oceni").

Dalji korak je utvrđivanje "slike" relativno postojanih faktora motivacije na osnovu "dijagnostičkih" pokazatelja koji odgovaraju jednom određenom tipu proizvodnje, odnosno kadrovima zaposlenim u dotičnom proizvodnom sistemu.

MODIFIKOVANA ABC ANALIZA

Statistička obrada rezultata (verifikovanin komponenata svakog faktora) daje podlogu za grupisanje.

Prva faza je formiranje modifikovanog kumulativnog Paretovog dijagrama. (Vidi sliku 6.) Na apscisi se kumulativno nanose vrednosti značajnosti prisustva (dobijene statističkom obradom) u opadajućem nizu (x_i); na ordinatu se kumulativno nanose odgovarajuće vrednosti motivacionog intenziteta svakog faktora (y_i), pri čemu je $i=j$; $i=1,2,\dots,m$; m = ukupan broj svih ocenjenih faktora.

Evidentirani faktori ne predstavljaju 100% svih mogućih motivišućih faktora (bez obzira na otvorenost ankete), jer su često čak i esencijalne potrebe prikrivene i potisnute drugim marginalnim i izmanipulisanim potrebama. Takođe je u motivacione

processe uključena i podsvest čiji se samo mali deo (reflektovan kroz stavove) može ustanoviti i uzeti u obzir.

Ovako formiran dijagram bez precizno određenih okvira ukupnih parametara ne može se podvrgnuti ABC analizi. Međutim, on daje pregledan uvid u relativnu hijerarhiju obe ispitane dimenzije motivišućih osobina svih faktora.

Karakteristično je da faktori čija je važnost prisustva za nesmetano odvijanje procesa rada visoko ocenjena (ergonomski i fiziološki uslovi) imaju manje ocene intenziteta motivacije od faktora koji su sa tog stanovišta manje značajni. Veći intenzitet motivacije iskazuju faktori koji se odnose na stimulisanje socijalno-psiholoških i kreativno-stvaralačkih kategorija rada.

Uprošćavanje i prilagođavanje dijagrama za ABC analizu se vrši na sledeći način:

- smatramo da se svi evidentirani faktori predstavljaju 100% "mogućih" slučajeva (Potencijalnih stimulativnih uzroka nastajanja i podržavanja motiva).

- vrednosti x_i i y_i se množe i daju nove veličine: $a_{ij} = x_i \cdot y_i$; veličine a_{ij} se sredjuju u opadajući niz i transformišu u oblik:

$$A_k = 1 \cdot a_{ij} ; k \neq i; k=1,2,\dots,m \text{ pri čemu je}$$

$$A_1 = 1 \cdot a_{ij} \text{ max} \quad A_k \text{ se tretira kao moti-}$$

$$A_2 = 1 \cdot a_{ij} \text{ max-1} \quad k\text{-tog faktora}$$

$$A_m = 1 \cdot a_{ij} \text{ min}$$

- formira se novi dijagram koji odgovara kumulativnom Paretovom dijagramu (vidi sliku 6). Na apscisi se kumulativno unose svi nabrojani faktori - učesnici po redosledu opadajućeg niza "A", a na ordinatu kumulativni zbir njihovih odgovarajućih motivacionih vred. A_k .

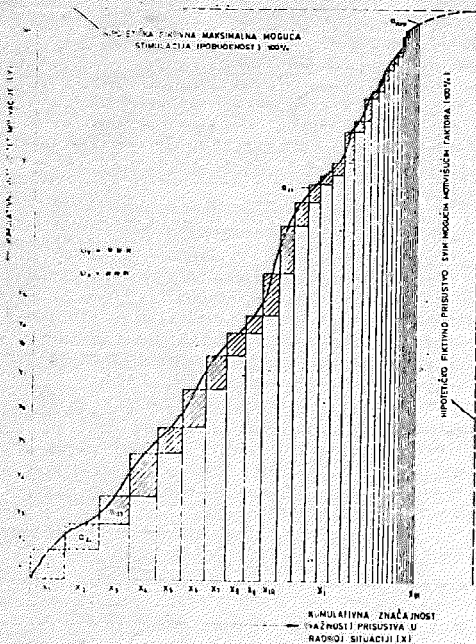
Na ovako strukturiranom dijagramu se može izvršiti ABC analiza, ali su pri tome rasponi oblasti A, B i C nešto izmenjeni - određuju se po karakteru dobijene krive.

Tako se iz mnoštva različitih motivacionih faktora mogu izdvojiti oni koji direktno uslovljavaju nastanak i razvoj egzistencijalno i smislaono važnih motiva i koji su zajednički za sva ljude jedne određene radne grupe. To znači da dominantni uticaj na celu grupu ima jedan određen manji broj motivacionih faktora koje treba oživotvoriti u radnoj situaciji.

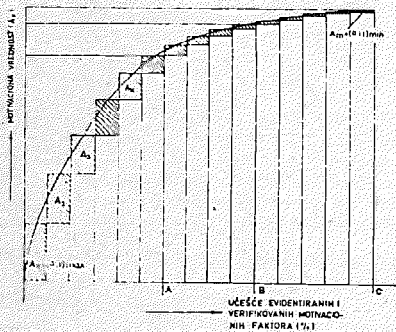
Ti faktori predstavljaju podlogu (zahtev) koja nas usmerava u pravcu konkretnog humanizovanja rada u jednom proizvodnom sistemu, to jest, u pravcu realizacije konkretizovanih faktora čijim uvodjenjem se usavršava kompletna radna situacija.

ZAKLJUČCI

1. Cilj ovog razmatranja je da ponudi jedan sistematski prilaz rešavanju problema postavljanja humane radne sredine i procesa rada u kojima će ljudi doživljavati svoju pro-



Slika 6.



Slika 7.

profesionalnu delatnost kao izvor zadovoljstva zahvaljujući ostvarivanju i razvijanju svojih sposobnosti na adekvatan način.

2. Istraživanja smu da uslove za svestrano ispoljavanje i usavršavanje ličnosti u procesu rada može da pruži samo sistem integralne motivacije koji ima široku društvenu osnovu u našoj samoupravnoj praksi.

3. Svi navedeni dijagrami su još uvek hipotetičkog karaktera i formirani su na osnovu malog broja rezultata u fazi prethodnih istraživanja koje prethodi obimnom prikupljanju podataka. Neka tumačenja su na nivou istraživanja i njihova praktična primena bi se mogla ostvariti tek nakon daljeg proučavanja koje bi ih svestranije potvrdilo ili korigovalo.

LITERATURA

1. Argyle N.: "The Social Psychology of Work" Penguin Books Ltd., Harmondsworth, Middlesex (1977)
2. Bulat V.: "Teorija organizacije" Informator - Zagreb (1977)
3. Dejvis D.R. & Šehilton V. Dž.: "Psihologija i rad", Nolit - Beograd (1979)
4. Dil P.: "Psihologija motivacije" Prosveta - Beograd (1978)
5. Evans F.: "Motivacija" Nolit - Beograd (1978)
6. From E.: "Zdravo društvo" Rad - Beograd, (1930)
7. From E.: "Revolucija nade (za humanizaciju tehnike)" Grafos - Beograd (1978)
8. Katel R.: "Naučna analiza ličnosti", BIGZ - Beograd (1978)
9. Korać S.: "Automatizacija i samoupravno društvo" Mladost - Beograd (1979)
10. Marjanović S.: "Kadrovska politika" Informator - Zagreb (1975)
11. Marx K.: "Temelji slobode" Naprijed - Zagreb (1974)
12. Mora A.: "Inženjersko odlučivanje" FTN - Novi Sad (1930)
13. Riggs J.L. & Kolbanh J.A.: "The Art of Management" Ilc Graw - Hill Inc. New York (1974)
14. Zelenović D.: "Proizvodni sistemi" Naučna knjiga - Beograd (1973)
15. Zelenović D., Čosić I.: "Osnove radnih postupaka u mašinstvu" - Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, (1981).

